

الأسانيد

للمنشآت الهندسية والآلات

425237

ESEN-CPS-BK-0000000077-ESE

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

استهلال

استهل الكتاب بحمد الله جل وعلا وبدعائه ان يمد في عمر

حضرة صاحب الجلالة

مولانا الملك فؤاد الاول

وان يؤيد جلالته بروح من عنده ويحفظ ولي عهده

الامير فاروق

انه سميع مجيب الدعوات آمين



الاسكندرية

للمنشآت الهندسية والآلات

الاساتيس

للمنشآت الهندسية والآلات

تأليف



(مدير أعمال بمصلحة المجارى)

(دبلوم مدرسة الهندسة الملكية فى الري والهندسة المدنية)

الطبعة الاولى

١٦ رجب سنة ١٣٥١

٦ هاتور سنة ١٦٤٩

١٥ نوفمبر سنة ١٩٣٢

حقوق الطبع محفوظة

كل نسخة غير ممضاة بامضاء المؤلف تعتبر مسروقة

اهداء الكتاب

الى مصر

مصر موطن العلوم والفنون . مصر مهد المدنية والحضارة . مصر أم الفراعنة
الذين أسسوا وشيدوا وزخرفوا وجددوا . مصر ذات الآثار الخالدة كعبة
العلماء وقبلة الفنانين . مصر معلية الأمم . مصر بلد العجائب

واجب

قد تفضل حضرة المحترم صديق وزميلي محمد افندى سعيد جميعوم المفتش
الميكانيكي بمصلحة المجارى بوضع الباب الرابع عشر الخاص بأساسات الآلات
فله منى جزيل الشكر

ولا يفوتنى أن أذكر فضل حضرات الزملاء الامثال محمود افندى وصفى
مدير الأعمال بمصلحة المجارى ومحمد افندى فاضل ومصطفى افندى على حمزه
مساعدى مديرى الأعمال بمصلحة الرى وحسن افندى رشدى مساعد مدير
الأعمال بمصلحة المجارى لتفضلهم بامدادى ببعض صور الكتاب الفوتوغرافية

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مقدمة

الحمد لله الذى هدانا وما كنا لنهتدى لولا أن هدانا الله — أما بعد فلما رأيت الحاجة ماسة والضرورة ملحة فى مصرنا العزيزة الى كتاب يهذى الطالب ويرشد المهندس ويكون مرجعاً للمدرس فى علم الأساسات فقد أقدمت مستمداً العون من الله على وضع هذا المؤلف المتواضع الذى هو أول مؤلف من نوعه باللغة العربية وقد أودعته كل على وخبرتى ومشاهداتى لمدة خمسة عشر عاماً كان من فضل الله على أنى قمت فيها بأعمال كبيرة وأشرفت على منشآت هامة وشاهدت اعظم المؤسسات التى عملت فى مصر كقناطر نجع حمادى وتعليه خزان أسوان وسحارة السوهاجية ونفق الأحياب وهويس العياط وكوبرى اسماعيل والتجارب التى عملت على المحكمة المختلطة بالقاهرة لغرض تنكيس وتقوية أساساتها كما أنى تتبعت عن كثب كل الممارات الكبرى التى انشئت فى العاصمة مدى السنتين الماضيتين

وقد أضفت الى ذلك زبدة ما اطلعت عليه من آراء العلماء وخبرة الخبراء ونظريات الثقات وكنت أثناء وضعى للكتاب على اتصال وثيق بكثير من المجالات العلمية التى تكتب عن علم الأساسات وبالرسائل الفنية لأكبر البيوتات الهندسية وقد وضحت كل حالة بالرسوم والامثلة التطبيقية التى تثيرها وتقربها الى فهم الطالب والمهندس الحديث كما أنى بدأت كل موضوع من نظرياته الابتدائية الى غاية ما وصل اليه الفن ليكون الطالب والمهندس على علم تام بأحدث النظريات وآخر ما وصلت اليه جهود الخبراء العاملين

ولما كان فن الأساسات مرتبطاً ارتباطاً وثيقاً بأنواع التربة وظواهرها الجيولوجية فقد خصصت باباً لشرح هذه الظواهر وتأثيراتها على الأساسات

كما انى قد خصصت بابا لطرق فحص التربة وآخر لطرق اختبار قوة تحملها
ولما كان أغلب الاساسات يحتاج الى اجراء حفر فقد أفردت بابا خاصا
بالحفر فى أنواع التربة المختلفة شارحا الوسائل والآلات التى تستعمل فى كل
حالة ومبيناً الصعوبات التى قد يلاقها المهندس أثناء الحفر وكيفية تخلصه منها
وقد خصصت بابا لشرح المياه الجوفية وطرق التخلص من آثارها
ولما كانت نظرية الخوازيق من النظريات الغامضة وكانت الاساسات المقامة
على خوازيق ذات أهمية عظمى فقد شرحتها شرحا وافيا مبينا أنواعها
بالتفصيل وما يصالح لختلاف أنواع التربة
ولما كان تسكين الاساسات وتقويتها لا يقل أهمية عن إنشاء اساسات
جديدة فقد خصصت بابا لذلك شرحته شرحا وافيا
وانى أقدم بهذا المؤلف الى كل مشغل بالذن راجياً أن اكون قد وفقت
فيما قصدته من سد جزء من العجز الموجود فى المؤلفات الفنية بلساننا وما نشدته
من مصلحة عامة وما توفيقى الا بالله عليه توكلت واليه أنيب ٩
محمد جمال الدين صالح

فهرست

الباب الاول

ارتباط الاعمال الهندسية بطبقات التربة

صحيفة

١	دراسة طبقات التربة جيولوجيا
٤	الاصطلاحات الجيولوجية
١٠	دراسة الصخور الصماء
١٠	تمييز الرواسب التي تعلو الصخور الصماء
١١	تقسيم التربة في القطر المصري
١٢	كيفية اختبار التربة في المتحف الجيولوجي
١٣	التحليل الميكانيكي
١٤	ارتباط الاعمال الهندسية بتكوين المنطقة وتركيبتها
١٤	القطوع
١٦	تأثير تكوين المنطقة الجيولوجي
١٦	تأثير خواص الصخور الصماء في القطوع
٢١	القطوع في الرواسب
٢٣	الجسور المقامة على الصخور الصماء
٢٤	الجسور المقامة على رواسب تعلو الصخور الصماء
٢٦	الانفاق في الصخور الصماء
٣١	نفق الاحايوه
٣٢	الانفاق في الرواسب
٣٥	الانفاق تحت اقواع الانهار

صحيفة

- ٣٦ احواض المراكب
٣٧ خزانات المياه والسدود في الصخور الصماء
٣٩ خزانات المياه والسدود في الرواسب
٤٢ كيفية اعداد وتمهئة اساس الخزان
٤٥ الكبارى والقناطر

الباب الثاني

طرق جس وفحص التربة

- ٤٦ الاختبار بالجس
٤٦ قضييب الجس
٤٧ انايبب الجس
٤٩ الجس تحت الماء
٥٠ الثقب
٥١ الثقب بالمشاقب والكواسير
٥٤ الغلاف
٥٥ طريقة انزال الغلاف
٥٦ النصب
٥٧ عملية الثقب
٦١ الثقب بواسطة كسح التربة
٦٥ المشاقب الدوارة
٧١ المشاقب الآلية الدوارة
٧٣ الثقب تحت الماء
٧٤ حفر الاختبار

الباب الثالث

- ٧٦ اختبار التربة بالدق وبالتحميل

صحيفة

٧٧	الاختبار المباشر
٧٩	طريقة التحميل على تربة من النوع الذى يرتد
٨٠	التحميل بالضاغط المائى
٨٤	الاختبارات الغير مباشرة
٨٥	خوازيق الاختبار
٨٥	تجارب الدق
٨٨	الاختبار بالتحميل
٩١	اكتشاف الاستكشاف
٩٣	اكتشاف الاستكشاف

الباب الرابع

٩٧	الحفر للاساسات
٩٧	الحفر بالآلات مركبة
١٠٠	تنظيم العمل
١٠١	زيادة ونقص حجم التربة
١٠١	القطع فى الصخور الصماء
١٠٤	الحفر تحت الماء
١٠٧	نقل ناتج الحفر
١٠٨	رفع ناتج الحفر

الباب الخامس

١١٤	المياه الجوفية
١١٦	ارتباط الاساس بمنسوب الماء الجوفى
١١٧	طرق نزع الماء
١١٨	استعمال ستائر
١١٨	الحقن بالاسمنت اللبائى و المواد الكيماوية

صحيفة

- ١١٩ خفض مفسوب الماء الجوفى
١٢٠ العمون
١٢٠ السق والحقن بالاسمنت اللباني
١٢٣ سقى فرش قناطر الدلتا
١٢٤ الحائط المتوسط لعب قناطر الدلتا
١٢٦ الحقن
١٢٦ التعويم
١٢٧ نظرية التعويم
١٢٨ نحر التربة من تحت الاساسات

الباب السادس

- ١٢٩ سند جوانب الحفر بأخشاب
١٣٠ أنواع الشدة
١٣٠ الشدة ذات الألواح الرأسية
١٣٤ دق الطبقات السفلى من الشدة
١٣٦ الشدة ذات الألواح الافقية
١٣٧ استعمال النافورة فى انزال الشدات
١٣٨ إزالة الشدة
١٣٩ ارتباط الشدة بنوع التربة
١٤١ الستائر أو الخوازيق اللوحية
١٤٢ » الخشبية
١٤٣ » الحديدية
١٤٤ دق الستائر الخشبية
١٤٥ » » الحديدية
١٤٧ نزع الستائر الحديدية

الباب السابع

صحيفة

١٤٨	ضغط التربة وحساب الشدات
١٤٨	خاصية التماسك
١٤٨	الاحتكاك
١٤٩	زاوية الشو
١٥٠	حساب ضغط التربة

الباب الثامن

الاساسات

أنواعها وتصميمها

١٦٠	المبوط
١٦٢	مرونة التربة وقابليتها للانضغاط
١٦٤	الزحف
١٦٤	الانزلاق
١٦٥	التآكل أو النحر
١٦٥	الاساسات
١٦٦	قوة تحمل التربة
١٦٧	تقسيم الاساسات
١٦٧	الاساسات المنتشرة
١٦٨	الاساسات العميقة
١٦٩	تصميم الاساسات المنتشرة
١٧١	صب الخرسانة تحت الماء
١٧٣	أقل عمق توضع عليه الاساسات من سطح الارض
١٧٥	أبعاد الاساسات المنتشرة
١٧٥	أنواع الاحمال
١٧٨	مثال تطبيقي

صحيحة

١٧٩	بعد الانحراف في الاساسات المنتشرة
١٨٣	الاساسات الخرسانية العادية للجدران
١٨٦	الاساسات الخرسانية للاعمدة
١٨٨	نتائج تجارب تالوت الخبير الامريكاني
١٩٧	مثال تطبيق
٢٠٢	الاساسات المشتركة
٢٠٣	الاساسات المتصلة
٢٠٣	الاساسات المستمرة
٢٠٤	مثال تطبيق
٢١٠	اساسات الحوائط المصنوعة من خرسانة عادية
٢١١	الاساسات الخرسانية المسلحة للحوائط
٢١٢	مثال تطبيق
٢١٤	الاساسات الشبكية
٢١٥	» » الحديدية — مثال تطبيق
٢١٧	» » الخشبية
٢١٨	مثال تطبيق
٢١٩	» »
٢٢٠	اساسات أعمال الري
٢٢٤	النحر خلف القناطر والسدود
٢٢٤	الكباري والبذالات
٢٢٥	البغال
٢٢٥	الحوائط الساندة والاكتاف

الباب التاسع

٢٢٦	الرشح من المباني اسبابه وعلاجه
٢٢٧	طرق الوقاية

صحيفة

٢٢٧	الياس
٢٢٨	مدفع المونة
٢٣٠	ملحوظات هامة يجب مراعاتها أثناء عملية قذف المونة
٢٣١	مواصفات المونة المقذوفة
٢٣٢	الكحلة
٢٣٢	خلط الخرسانة
٢٣٢	تغطية أوجه الحوائط بأقشة
٢٣٣	الدهان
٢٣٤	الحقن
٢٣٥	المضاغط الهوائية
٢٣٦	الحقن بالجهاز ذي الحوضين
٢٣٧	طرق الوقاية المركبة

الباب العاشر

الخوازيق

٢٤١	طريقة دق الخوازيق
٢٤٢	الخوازيق المصنوعة من الخشب
٢٤٢	عملية انزال الخوازيق
٢٤٣	نظرية دق الخوازيق
٢٤٤	ازدياد قوة تحمل التربة تبعاً للعمق
٢٤٦	جدول يبين مقادير الاحتكاك
٢٤٩	قوانين حساب قوة تحمل الخوازيق
٢٤٩	جدول بقوانين قوة تحمل الخوازيق
٢٥٤	قوة تحمل الخوازيق التي تعمل على الأعمدة
٢٥٥	آلات دق الخوازيق
٢٥٧	مطرفة السقطة
٢٦٠	

صحيفة

٢٦٢	ثقل المطرقة ومقدار سقطتها
٢٦٣	السقطة المقيدة
٢٦٣	مقدار الاحتراق النهائي
٢٦٤	مطرقة البخار
٢٦٧	الاطواق وأغطية الرأس والوسط
٢٧٠	الاقدام والوصلات
٢٧٢	بعض مشاهدات عملية
٢٧٣	الترتيب الذى يجب أن تدق به الخوازيق
٢٧٥	الخوازيق المائلة
٢٧٥	استعمال النافورة المائية
٢٧٧	جهاز النافورة المائية
٢٧٧	الافراط فى دق الخوازيق
٢٧٩	المسافات التى توضع عليها الخوازيق من بعضها
٢٨١	قطع الزيادات التى فى أطوال الخوازيق
٢٨١	ازالة الخوازيق
٢٨٢	حفظ أخشاب الخوازيق
٢٨٢	دق خوازيق الاساس لبغال الكبارى
٢٨٣	امتياز الخوازيق الخرسانية على الخشبية
٢٨٥	الخوازيق السابق تشكيلها
٢٨٧	تصميم الخوازيق السابق تشكيلها
٢٩٠	دق الخوازيق السابق تشكيلها
٢٩٣	الخوازيق الخرسانية التى تصب فى أماكنها من التربة
٢٩٣	خازوق رايونند
٢٩٥	خازوق السملكس
٢٩٧	الخازوق ذو القاعدة

صحيفة

٢٩٨	طريقة كبرسول
٢٩٨	طريقة استروس
٢٩٩	الخوازيق المضغوطة
٣٠٠	أنواع أخرى من الخوازيق
٣٠٠	عيوب الخوازيق التي تصب في أماكنها
٣٠٢	الخوازيق المركبة
٣٠٢	انتخاب نوع الخوازيق
٣٠٣	تأثير سلب الخوازيق
٣٠٤	امتياز الخوازيق السابق تشكيها
٣٠٧	مواصفات للخوازيق الخرسانية
٣٠٨	قوانين حساب قوة تحمل الخوازيق الخرسانية
٣١١	الاساسات المحملة على خوازيق
٣١٢	مثال تطبيقي
٣١٥	مثال تطبيقي
٣١٧	الخوازيق المعدنية
٣١٨	الخوازيق ذات القرص وذات القلاووط
٣٢٠	الخوازيق ذات القلاووظات
٣٢١	خوازيق الرمال

الباب الحادى عشر

٣٢٢	السدود المحيطة والعلب
٣٢٣	انواع السدود المحيطة
٣٢٣	السدود المحيطة الترابية
٣٢٤	السدود المحيطة الخشبية
٣٢٥	الخوازيق الحديدية اللوحية والخرسانية المسلحة
٣٢٥	السدود الغير مقواه

صحيفة

٣٢٦	الدود المحيطة القابلة للنقل
٣٢٨	العلاب
٣٢٨	انواع العلب
٣٣٢	تصميم العلب
٣٣٣	النكاكين أو الاقدام المحددة
٣٣٤	تمهيد الوقع مثل تغويص العلبة
٣٣٥	عملية تغويص العلب
٣٣٧	علب الهواء المضغوط
٣٣٩	ملابس الفواصين
٣٤١	الكوب
٣٤٤	أمراض العلب الهوائية

الباب الثاني عشر

٣٤٦	التكيس وتقوية الاساسات
٣٤٨	طرق التكيس

الباب الثالث عشر

٣٥٧	المواد المستعملة في الاساسات
٣٥٧	الخرسانة
٣٥٧	الاسمنت
٣٥٨	الحصا وكسر الاحجار
٣٦٠	الرمل
٣٦١	الماء
٣٦٢	جدول يبين كمية الماء المستعمل
٣٦٢	مواسير الفخار الحجري

تجديدها

٣٦٣	حديد التسليح
٣٦٥	الدبش
٣٦٦	الطوب المحروق
٣٦٦	البناء بالطوب
٣٦٧	الحمرة
٣٦٧	الجير
٣٦٧	الجير المائي
٣٦٨	الاخشاب
٣٦٨	الكمرات الصلب
٣٦٨	المواسير الفخار الحجري

الطبع والتجليد

قام بطبع هذا الكتاب وتجايدہ حضرتی المحترمين
عبد العزيز افندى اسماعيل وزكريا افندى احمد رسلان
صاحبي

﴿ مطبعة الاتحاد الاخوى ﴾

بشارع الشنوانى بسيدنا الحسين بمصر

وأنى لا ذكر مع الشكر حسن معاملتها لعملائها والمجهود الذى يبذلانه
للحصول على تمام رضائهم وقبول كل ملحوظاتهم قبولاً حسناً حتى انه بفضل
مجهودها ودقة مراجعتها خرج الكتاب وليس فيه غلطة واحدة مطبعية
وبفضل عنايتها قد تم تجليد الكتاب على أحسن ما يكون

الحفر

قام بحفر الكليشيات حضرة المحترم

حنفى افندى توفيق اسماعيل

الحائز على الميدالية الذهبية مع دبلوم الشرف

من المعرض الزراعى والصناعى المصرى سنة ١٩٣١

بورشته بشارع عبد العزيز بمصر

أخرجها على خير ما يرام بفضل دقته وحسن عنايته وهو بذلك قد برهن
على أن بين المصريين من نبغ فى هذا الفن على حدائته فى مصر

الباب الأول

ارتباط الاعمال الهندسية بطبقات التربة

سلامة المنشآت الهندسية تتوقف على متانة أساساتها ولذا وجب أن يكون الأساس قويا بحيث أنه لا يتداعى تحت تأثير الضغوط التى تولد من المنشآت التى يحملها

والاساسات على نوعين اما طبيعية كأن يقام البناء على طبقة صخرية صماء من طبقات التربة كما هو الحال فى خزان اسوان الذى اقيم على طبقة من الجرانيت السليم واما صناعية كما هو الحال فى المنشآت التى تقام على اساسات تصنع من مواد البناء المختلفة مثل اساس قناطر الدلتا والنوع الاخير من الاساسات هو الاكثر شيوعا

دراسة طبقات التربة جيولوجيا

ومتانة الاساس تتوقف فى الحالين على طبيعة طبقات التربة التى تحتها وفى النوع الاخير تتوقف أيضا على حسن الصناعة فاذا استوفت الصناعة قسطها من الجودة فيكون العامل الوحيد المؤثر فى سلامة الاساس والمنشآت هو طبيعة التربة

ولذا يتحتم على المهندس قبل التفكير فى تصميم الاساسات أن يتخير خطوط الاعمال Alignment ومواقعها بحيث تكون طبيعة التربة فيها تقى بالمقاومة التى تتطلبها الضغوط التى تقع عليها الا اذا كانت الظروف تحتم عليه اتباع خطوط معينة والبناء فى مواقع محددة

فلنفرض انه اريد تعمير منطقة أو تحسين حالة العمران فيها بمد سلك حديدية أو انشاء خزانات أو عمل انفاق أو جسور أو انشاء مدن أو مد خطوط مياه أو مجارى وأن المهندس ليس مقيداً بمواقع محددة أو خطوط

معينة فلكي يتخير المهندس خطوط اعماله الصالحة ومواقعها المناسبة يجب عليه أن يرجع الى البيانات الجيولوجية السابق الحصول عليها عن هذه المنطقة ان وجد

المباحث الاولى

فان لم يوجد بيانات سابقة فعليه أن يقوم بعمل مساحة جيولوجية أولية Preliminary يرصد بها كل الظواهر الجيولوجية ولما كان الغرض من المساحة الجيولوجية الاولى هو الحكم على صلاحية المنطقة للعمل من عدمه

فعلى المهندس ان لم تكفه المساحة السطحية Topography للوصول الى غرضه أن يقوم بعمل ثقب وجس وحفر اختبار لكشف طبقات التربة من حيث تكوينها الجيولوجى Geological Structure وتركيبها Composition ويجب الاقتصاد فى المباحث الاولى فيقصر عدد الحفر والثقب الى الحد الأدنى الذى يفي باغراض المهندس للحكم على مقدار صلاحية المنطقة

ولكن يجب على المهندس أيضا أن يتذكر دائما أن التفريط فى عمل المباحث الاولى لدرجة التهاون والتقصير أكثر خطورة واكبر ضررا من الافراط لان عدم استيفاء المباحث بالقدر اللازم قد يؤدى الى خدع المهندس وتضليله فيكون فكرة خاطئة تكون نتيجتها الفشل

بعد عمل المباحث الاولى يقوم المهندس بما تجمع لديه من بيانات بعمل مسقط أفقى تبين عليه المستويات الرقمية Contour Lines والظواهر الجيولوجية المختلفة ويقوم بعمل قطاعات رأسية لطبقات التربة ومنها يتخير خطوط الاعمال ومواقعها

المباحث التفصيلية

بعد هذه المباحث الاولى وبعد أن اهتمدى المهندس الى خطوط الاعمال ومواقعها فعليه أن يدرس هذه الخطوط والمواقع دراسة جيولوجية تفصيلية

بواسطة حفر اختبار وثقوب للجس حتى يصل الى الصخور الصماء Solid Rocks اذا تيسر ذلك والا فالى أن يصل الى طبقة صلبة Hardpan ويختلف عدد حفر الاختبار وثقوب الجس تبعاً لأهمية العمل وتباين تكوين التربة وتركيبها ويلاحظ الاقتصاد في عددها وقصره على المقدار الضروري

ثم يقوم المهندس بعمل مسقط أفقى بمقياس واضح يبين عليه المستويات الرقية وعمل قطاعات رأسية

وبذلك يتجمع لدى المهندس من البيانات ما يجعله على علم تام بكل ما يتعلق بخطوط الاعمال ومواقعها جيولوجيا من حيث تكوين طبقاتها Structure وتتابعها Sequence وميولها Dip واتجاهاتها Strike وما بها من فواصل Joints وفوالق Faults والعمق الذى عليه كل طبقة وسمكها ومنسوب الصخور الصماء Solid Rocks اذا وصل اليها ويبين على القطاعات أيضا منسوب الماء الجوفى Underground Water Level

الخطوط المعنية والمواقع المحددة

أما اذا اضطر المهندس بحكم الظروف والملازمات أن يتبع خطوطا معينة أو ينشئ الاعمال فى مواقع محددة كأن يمد نفقا فى خط معين فى مدينة مأهولة أو يبنى عمارة على أرض محددة

فعليه أن يقوم بدراسة هذه الخطوط والمواقع دراسة تفصيلية مباشرة

التعرف على طبقات التربة

يجب تعرف طبقات التربة والنوع الذى تنتمى اليه بغاية الدقة وذلك بأخذ عينات من حفر الاختبار وثقوب الجس

والخير يمكنه أن يحكم على نوع التربة بسهولة والا فعلى المهندس أن يرجع للمتاحف الجيولوجية لمقارنة العينات التى حصل عليها بالعينات المحفوظة بالمتاحف وتحليلها جيولوجيا والمهندس أن يستعين بخبير جيولوجى أثناء

عمل مباحثه الجيولوجية كلما دعت الضرورة لذلك
ومتى عرف المهندس نوع طبقات التربة امكنه ان يتخير الطبقة التى يضع عليها
أساسه وأن يعرف نوع الأساس ان كان منتشرا Spread Foundation أو
عميقاً Deep Foundation وهذه تشمل الخوازيق piles والعلب
Caissons وما إليها

اما ابعاد الأساسات فلا يمكن للمهندس تصميمها الا اذا حصل على مقدار
قوة تحمل التربة التى سيضع أساسه عليها
وقوة التحمل Bearing capacity لا يمكنه الحصول عليها إلا بعمل
تجارب تحميل loading Tests على نفس الطبقة التى سينشئ أساسه عليها

تخطيط الترع والمصارف

أما الترع والمصارف فتتبع فى تخطيطها المرتفعات Ridges والمنخفضات
Depressions حتى تؤدي وظيفتها على الوجه الاكمل

المباحث الاولية

والمباحث الاولية التى يحتاج اليها فى تخطيط الترع والمصارف هى خريطة
طوبوغرافية مبين عليها المستويات الرقبة

المباحث التفصيلية

وبعد اختيار التخطيط يصير عمل ميزانية دقيقة لحساب مكعبات الحفر
والردم منها وتحصر المساحة حصراً دقيقاً لحساب قطاعات الترع والمصارف

الاصطلاحات الجيولوجية

والآن نرى من الضرورى شرح الاصطلاحات الجيولوجية التى سبق
والتي سيرد ذكرها

الميل

عند ما ترفع طبقات رسوية Sedimentary من قاع البحار
بعوامل جيولوجية فكثيرا ما يصحب هذا الرفع ميل الطبقات عن

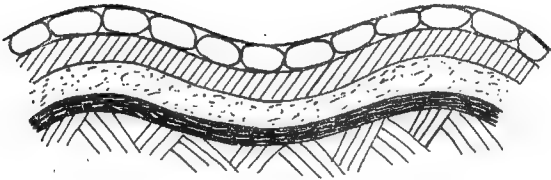
قياس زاوية الميل

تقاس زاوية الميل بآلة هندسية تسمى كلينومتر Clinometre وهي على أنواع كثيرة أبسطها عبارة عن قطعة مستطيلة من الخشب مثبت في وسطها نصف دائرة من النحاس مقسم الى درجات تكون زاويتين قائمتين من صفر الى ٩٠° في كل اتجاه من مركزه بحيث يكون الصفر وسط القوس ومعلق بقطعة الخشب من مركز الدائرة بندول صغير يتحرك بسهولة حول النقطة المعلق منها وله دليل في طرفه لبيان الدرجات على القوس ويكون الدليل على الصفر اذا كان الكلينومتر في وضع أفقي

فلقراءة ميل الطبقة يوضع الكلينومتر في مستوى الطبقة والطريقة العملية لذلك هي أن يحدد اتجاه الطبقة بواسطة البوصلة ثم يعمل عمودى على الاتجاه في مستوى الطبقة فاذا وضع الكلينومتر على الخط العمودى فان الدليل يبقى رأسياً ويبين درجة زاوية الميل على القوس المدرج والشكل ١ يبين ذلك وهناك أنواع من الكلينومتر تجتمع فيها البوصلة والكلينومتر لسهولة استعمالها

بروز الطبقة Outcrop

هو ما يظهر فوق سطح الارض من الطبقة



شكل ٢

الانشاء والتجعيد Folding

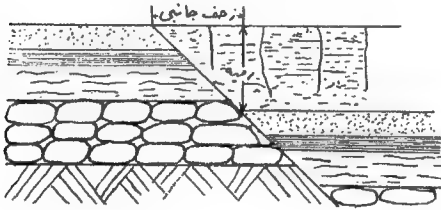
ناشئ عن رفع الطبقات الرسوبية أيضا كالمليل والشكل نمرة ٢ يبين ذلك

الفواصل Joints

هي الشقوق التي تحدث في الصخور الراسبة نتيجة انكماش الصخر عند جفافه كما يحدث في تشقق الطين عند جفافه وتشاهد الفواصل أيضا في الصخور النارية Volcanic Rocks وتحدث في مواقع الضعف من الصخور

الفوالق Faults

تحدث نتيجة لقوى مؤثرة لا تقوى الصخور على مقاومتها فتكسر على اسطح مائلة أو رأسية وتنزلق على هذه الاسطح التي تسمى فوالق ويترتب على حدوث الفوالق كما هو مبين بالشكل ٣



شكل ٣

رمية الفالق

عبارة عن مقدار هبوط الجزء المنزلق بالنسبة للآخر ويقاس الهبوط رأسيا وهو اذن الفرق في المنسوب بين السطح الذي كانت عليه الصخور قبل انزلاقها والسطح الذي انزلت اليه ويعبر عنه برمية الفالق Throw

الزحف الجانبي للفاق

يتسبب عن الهبوط ما يسمى بالزحف الجانبي lateral Shift وهو طول المسافة الافقية التي تنزحها الصخور المنزلقة فاذا انزلت الصخور

على سطح رأسى فان مقدار الزحف الجانبي يكون صفرا
ويصحب حدوث الفوالق دائما تفتت فى الصخور عند اسطح الفوالق
وقد تملأ المياه المعدنية شقوق الفوالق وترسب فيها بعض المعادن مثل الكلسيت
وكذلك تكون الفوالق مسر باللبيا من الطبقات الحاملة للبياء

تكوين المنطقة الجيولوجية وخواص الصخور

ولما كان الغرض الاساسى من المساحة الجيولوجية يرمى الى دراسة

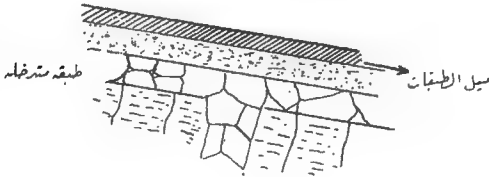
أولا — تكوين المنطقة Structure of Area

ثانيا — خواص الصخور الصماء Solid Rocks وما يعلوها من رواسب
أو صخور غير صماء Rocks

فسنشرح فيما يلى كل ذلك بأسهاب كاف

تكوين المنطقة

عبارة عن امتداد وسمك ووضع كل من الصخور الصماء والرواسب التي
تعلوها عادة



شكل ٤

الصخور الصماء

والتي يعبر عنها عادة بصخور فقط او باحجار تنقسم جيولوجيا الى ثلاثة
أنواع

« ١ » صخور نارية — وهي التي تكونت من مواد معدنية مصهورة تصلبت بالبرودة وتوجد عادة بأحجام كبيرة أو على شكل سدود Dykes تتحرق صخورا أخرى وتسمى في هذه الحالة متدخلة Intrusive والشكل ٤ يبين طبقة متدخلة

ومن الصخور النارية الجرانيت والفلسيت والريوليت والسيانيت والديوريت

« ٢ » الصخور الرسابة Sedimentary Rocks وتعرف أيضا بالصخور الطباقية Stratified Rocks وهي مكونة من تراكم فتات الصخور الأخرى أو مواد خلفتها حيوانات أو نباتات ثم تماسكت بالضغط أو التجفيف أو رسوب مواد أخرى بينها لها خاصية التماسك مع بعضها ومع المواد التي ترسب بينها ومن أميز خواص الصخور الرسابة أنها مكونة من طبقات ومن الصخور الرسابة — الصخور الرملية والجيرية والطينية والطفلية والجلاميد والحصى

« ٣ » الصخور المتحولة Metamorphic Rocks أصلها أما صخور نارية أو رسابة وتحولت بسبب تأثير الضغط أو الحرارة أو المياه كل على حدة أو تأثيراتها مجتمعة فتغيرت بذلك خواص الصخور الأصلية واكتسبت الصخور خواصا أخرى ومن الصخور المتحولة الرخام والاردواز والجنيس والشيست

الرواسب التي تعلو الصخور الصماء

تكون عادة من الرمال والحصى Gravel والطين والطينة الرملية والجلاميد الطينية Boulders والتي يعبر عنها جميعا « بالكومة الأرضية » Drift وبمقارنة الرواسب بالصخور الصماء نجد أن الرواسب كثيرة التغير والاختلاف في مسافات قصيرة وذلك من حيث امتدادها وأوضاعها واسماؤها وبما أن أغلب الأعمال الهندسية تكون أساساتها على هذه الرواسب فيجب استكشافها تماما والحصول على بيانات صحيحة عنها من حفر الاختبار ونقوب الجس

دراسة الصخور الصماء

إذا كان الأساس سينشأ على صخور صماء فيلزم دراستها دراسة مستوفاة ولا تكون الدراسة مستوفاة إلا إذا روعي فيها الحالة التي توجد عليها الصخور الصماء في الطبيعة ومظهرها الخاص وتركيبها

الخواص المميزة للصخور الصماء نورد ذكرها وشرحها فيما يلي

Composition	التركيب
Weathering	المقاومة للتأثيرات الجوية
Structure	التكوين
Fracture	المكسر
Feel	الملمس
Specific Gravity	الثقل النوعي
Colour	اللون

أما التركيب Composition فيعرف بمعاملة الصخور ببعض أنواع الأحماض وبالتحليل وأما التأثيرات الجوية فإن أثرها يكون ظاهراً على سطح الصخر وبالمكسر يمكن للمهندس أن يعرف مقدار اندماج حبيبات الصخر والملمس يجعل المهندس يعرف درجة نعومة حبيبات الصخر

تمييز الرواسب التي تعلو الصخور الصماء

أما الرواسب التي تعلو الصخور الصماء فيمكن للمهندس تمييزها بالنظر فالرواسب الرملية مثلاً تمثل في الطبيعة بالرمال والحصى Shingles على أشكال مختلفة عن بعضها من حيث تركيبها المعدني وغالباً مختلفة في اللون نظراً لاختلاف أصولها Origin

والرواسب الطينية — تكون في الطبيعة على شكل طبقات رسوبية من الطينة اللزجة وتختلف كثيراً من حيث تركيبها المعدني وفي ألوانها فمنها الأبيض والرمادي والأخضر والأسمر والأحمر والأزرق

الطينة الرملية Loam مخلوط من الطين والرمل ويختلف في الالوان والتركيب
الجلاميد الطينية Boulder clay عبارة عن طين مندمج متماسك وعادة غير طباقى وبه
بعض صخور بالية تختلف في حجمها من حصى الى جلاميد كبيرة ولون
الطين يختلف حسب أصوله فمن احمر الى رمادى الى اصفر ضارب الى الحمرة
وازرق ضارب الى الرمادى

تقسيم التربة في القطر المصرى

وقد قسم المتحف الجيولوجى المصرى أنواع التربة الشائعة في وادى النيل
حسب الترتيب الآتى وذلك في صدد الاساسات

Gravel, grit & coarse sand	١ — حصى ورمل حرشة
Medium sand	٢ — رمال متوسطة
Fine sand	٣ — رمال دقيقة أو ناعمة
Peat & Other organic matter	٤ — مواد نباتية ومواد عضوية
Plastic Clay	٥ — الطين الغير مرن
Heavy Loam	٦ — طينة رملية ثقيلة
Light Loam	٧ — طينة رملية خفيفة

١ فيسمى الرمل حرساً — اذا كان $\frac{2}{3}$ حجمه مكونا من حبيبات قطر

الواحدة اكبر من ٢ مم

٢ ويسمى متوسطا كالموجود بشواطئ البحر وفي كتاب الرمال

Sand Dunes وفي جزائر النيل

٣ ويسمى دقيقاً — اذا كان $\frac{2}{3}$ حجمه على الاقل مكونا من حبيبات

قطر الواحدة أقل من ٣.٥ مم وهذا النوع من الرمل يكون لونه أخضر اذا

ابتل بالماء

- ٤ — المواد العضوية : — وجدت على أعماق مختلفة في منطقة شمال الدلتا وهي سوداء اللون وشبه سائلة ولا تصلح للبناء عليها مطلقاً
- ٥ — الطين الغير مرن : — يختلف في الوانه فمنه الاسود والاصفر والازرق كالموجود بواى الطميلات وهو لا يسمح بمرور المياه Impervious الا قليلا واذا عومل بالماء يكون ذوبانه بطيئا جداً
- ٦ — الطينة الرملية الثقيلة : — هي نوع التربة الشائع في شمال الدلتا واذا وضعت عينة منه في الماء فانها تبدأ بالتفتت حالاً
- ٧ — الطينة الرملية الخفيفة : — هي نوع التربة الشائع في المنوفية وفي مناطق أخرى كثيرة من الوجه القبلى

كيفية اختبار التربة في المتحف الجيولوجى

بعد أخذ العينات من حفر الاختبار وثقوب الجس يرسل جزء منها للمتحف الجيولوجى وطريقة فحص العينات هي أن يؤخذ جزء من العينة ويوضع في كوب به ماء وعلى حسب استعداد العينة للتفتت في المياه تكون صلاحيتها للبناء عليها ثم يؤخذ جزء آخر من العينة ويصير معاملته بأحد الاحماض ويشاهد تأثير الحمض عليه والاحماض المستعملة هي حمض الكبريتيك وما اليه من الاحماض فيتجمع لدى الجيولوجى بذلك من الاسباب ما يجعله يميز بين العينات

فظهر العينة ومعاملتها بالماء وبالحمض تكفى للحكم على العينة ومقدار صلاحيتها للبناء عليها

ووجد أن أكثر أنواع التربة استعداداً للتفتت في الماء هي التربة التي تحوى ميكا وهذه موجودة بكثرة في طمى النيل وأهم خواصها قدرتها على التشقق الى صفائح متناهية في الرقة وهذه الصفائح تنزلق على بعضها وتنزلق عليها مركبات التربة الأخرى ويمكن تمييزها بالنظر في طمى النيل لانها تظهر

صفراء اللون وشديدة البريق وتكون في شكل ذرات دقيقة جداً ولا معة
ولذا فطمي النيل الذي تظهر فيه الميكا لا يصلح لإنشاء أساسات عليه مطلقاً
وهذا النوع من الطمي هو ما يكون الروبة ومعاملة التربة بالاحماض تمكن
من اكتشاف التربة التي تحوى مواداً عضوية وهذه المواد تذوب في الاحماض
وظهورها في التربة يجعلها غير صالحة للتأسيس عليها لأن المواد العضوية
تتكسر تحت تأثير الضغط

أنواع التربة التي تصلح للتأسيس عليها

وأصلح أنواع التربة للبناء عليها بعد الصخور الصماء هي الحصائم الرمال
الحرشة وخصوصاً اذا كانت محددة الحبيبات Angular لأن الحبيبات تتعشق
في بعضها تحت تأثير الضغط فالرمال المتوسطة فالدقيقة فأشهر أنواع الطين

ضرورة تجارب التحميل

والاختبار في المتاحف الجيولوجية لا يفى بغرض المهندس
من فحص التربة بل يعطيه فكرة عن صلاحية التربة للتأسيس
عليها من عدمه وأما معرفة قوة تحمل التربة فلا يمكن الوصول إليه
إلا بعمل تجارب تحميل على التربة نفسها في موقع العمل ومعرفة أقصى حمل
لا يحدث معه هبوط أو يحدث هبوط متساو وبمقدار يسمح به حسب حالة
العمل المراد إنشاؤه ويجب استعمال معامل أمن كاف لتقدير حمل الامن وعادة
يستعمل العدد ٢ أو $\frac{1}{2}$ كعامل امن وسنشرح ذلك بالتفصيل في الباب الثالث

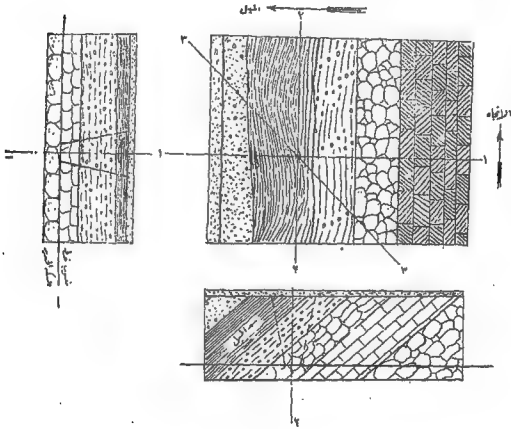
التحليل الميكانيكي

وقد يعمل تحليل ميكانيكي بواسطة هز التربة من مناخل خاصة لمعرفة
مقدار ما تحويه من كل نوع ومقدار نعومة الحبيبات

وهذا التحليل الميكانيكي يعمل في معامل وزارة الزراعة بالجيزة

ارتباط الاعمال الهندسية بتكوين المنطقة وتركيبها

فيما يلي سنضرب الأمثال لتأثير كل من التكوين والتركيب على تصميم الاعمال الهندسية في الصخور الصماء وفي الرواسب التي تعلوها شارحين بعض الحالات التي قد تضلل المهندس وتتخذ نتيجة نقص في مباحثه ومبينين له انسب الخطوط والمواقع التي يجب ان يتخيرها وكذا الظواهر الجيولوجية التي يتحتم عليه ان يتجنبها واسباب ذلك وكيفية ملافاة الصعوبات اثناء التنفيذ اذا ما اضطر الى اقتحامها



شكل ١٦٥ و ٧

القطوع

الحالة الاولى — لنفرض منطقة صخرية صماء مكونة من طبقات ويراد انشاء قطع فيها لمد خط حديدى وأن المنطقة مسحت جيولوجيا وعمل عنها مباحث في ثلاثة خطوط

- ١ — فى خط يتبع ميل الطبقات شكل ٦ ١-١
- ٢ — فى خط يتبع اتجاه الطبقات شكل ٧ ٢-٢
- ٣ — فى خط بين الميل والاتجاه وينصف الزاوية التى بينهما ٣-٣

وأنة صار عمل مسقط افقى وقطاعات لتوضيح امتداد الطبقات وأسمائها وميولها واتجاهاتها وتتابعها Sequence كالمبين بالرسومات ٥ و ٦ و ٧

فالقِطَاع ١ — ١ المأخوذ فى خط يتبع ميل الطبقات يبين ميل الطبقات وتتابعها وأسمائها الحقيقية أى تكوين المنطقة الصحيح

أما القِطَاع العرضى للقطع فى هذا الخط فبين على القِطَاع ٢ — ٢ المأخوذ فى خط يتبع اتجاه الطبقات ومنه يتضح أن حدود Edges الطبقات عند تقاطعها مع خط فى قِطَاع عمودى على القِطَاع ١ — ١ تكون خطوطاً أفقية بين جانبي القِطَاع لأنها موازية للاتجاه وعلى ذلك يمكن إمالة كل من جانبي القِطَاع على زاوية مساوية لزاوية الجانب الآخر تقريباً

ويمكن جعل الزوايا كبيرة مع الافق اذا سمحت خواص الصخور بثبات جوانبها فى القِطَاع على زوايا كبيرة

ولا يخفى ما فى ذلك من اقتصاد فى الحفر فضلاً عن تلافى ما قد يطرأ من صعوبات أثناء التنفيذ وفضلاً عن الاقتصاد فى تكاليف صيانة جوانب الحفر القِطَاع فى خط يتبع الاتجاه

اذا فرضنا أن القِطَاع عمل فى الخط ٢ — ٢ وأن القِطَاع العرضى لهذا القِطَاع مبين على القِطَاع الطولى ١ — ١

فان القِطَاع ٢ — ٢ لا يبين الا التابع الحقيقى للطبقات أما الاسماك المبينة على القِطَاع فهى أكبر من الاسماك الحقيقية لان القِطَاع لا يقطع الطبقات على زاوية عمودية على ميلها وهو لذلك لا يعطى فكرة صحيحة عن تكوين المنطقة الجيولوجى

ومن القِطَاع العرضى لهذا القِطَاع يلاحظ أن الطبقات تنحدر انحداراً كبيراً

عبر A cross القطع لأن ذلك هو الجهة التي تميل فيها وعليه فزوايا جانبي القطع يجب ان تعمل غير متساوية وذلك لضمان ثباتها

فالجانب الذى تميل الطبقة عنده الى القطع يجب أن يعمل على زاوية أصغر من زاوية الجانب الذى تميل الطبقات عنده بعيدا عن القطع وهذا يزيد في مكعبات الحفر وتكاليف صيانة جوانبه وخصوصا الجانب الذى تميل الطبقات عنده الى القطع

القطع بين الميل والاتجاه

القطع ٣-٣ بين الميل والاتجاه ولنفرض انه ينصف الزاوية التى بينهما فالقطاع الطولى لا يبين التكوين الصحيح والحالة تشبه تقريبا الحالة السابقة

تأثير تكوين المنطقة الجيولوجى

مما تقدم يتضح بأجلى بيان أن لتكوين المنطقة أهمية كبيرة فى تخطيط الأعمال الهندسية

ويجب على المهندس اذن قبل البت فى اختيار خطوط أعماله ومواقعها أن يقوم بعمل المباحث التى تكشف له حالة المنطقة تماما وأى تهاون فى عمل المباحث الاولى أوفى استيفائها يسبب للمهندس صعوبات جمة أثناء التنفيذ وارتباكات ما كان أغناه عنها لو انه استوفى مباحثه

فلنفرض انه لم تعمل مباحث الا فى الخط ٢-٢ فان المهندس يضل بتلك المباحث الناقصة لانه لا يظهر له تكوين المنطقة الحقيقى بل تظهر له الطبقات أفقية فيصمم زوايا جوانب القطع على هذا الاعتبار ويعمل مقايساته ومكباته وفقاً لذلك ويأتى دور التنفيذ فتصدمه الحقيقة ويتضح له ميل الطبقات فيضطر لتغيير خطته ومقايساته

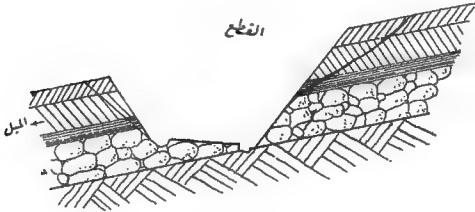
تأثير خواص الصخور الصماء فى القطوع

ولاستيفاء هذا البحث نشرح فيما يلى سلوك الصخور الصماء عند قطعها

أى عمل قطع فيها عمل قطع لخط حديدى

فانه عند ما تتعرض الصخور الصماء للعوامل الجوية بسبب قطع جزء منها وحرمانها من هذا الجزء الذى كان يسندھا بين جانبي القطع ويصلھا ببعضھا تصبح تحت رحمة جملة عوامل ناشئة عن تكوينها الجيولوجى وعن خواص المواد المركبة لها

ففى حالة قطع كالمبين بالشكل ٨ يكون أحد جانبيه الذى تميل اليه الطبقات اضعف من الجانب الذى تميل الطبقات عنه ثم ان المياه الجوية تنحدر من الطبقات الى القطع بشكل رشح تختلف غزارته حسب قابلية الصخور الصماء للرشح من بين طبقاتها وكذا يحصل انهيار وانزلاق فى جوانب القطع الى أن تصل ميول جوانب القطع الى مقدار زاوية الشو الطبيعى للصخور التى عمل القطع فيها

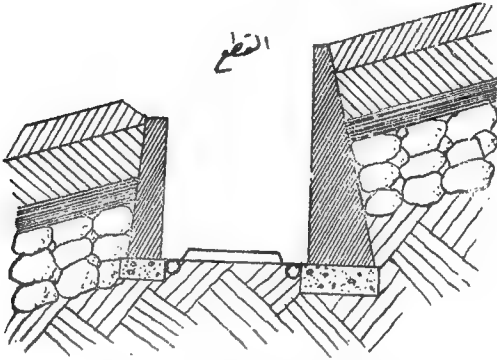


شكل ٨

والجانب الذى تميل الطبقات اليه يكون أكثر استعداداً للانهيار والانزلاق ولا يثبت الاعلى زاوية مع الافق أصغر من الزاوية التى يثبت عليها الجانب الآخر .

فاذا رؤى أن جعل ميول جوانب الحفر على الزوايا التى تكون معها الجوانب ثابتة ينشأ عنه اتساع الحفر لدرجة تكون معها تكاليف الانشاء باهظة جداً فيمكن سند جوانب القطع بحوائط سائدة تكون ذات قطاع كبير

في الجانب الذي تميل اليه الطبقات وذات قطاع أصغر في الجانب الذي تميل عنه الطبقات
وفي الحقيقة فإن الحائط الذي في الجانب الذي تميل عنه الطبقات يكون كتكسية ووقاية ضد العوامل الجوية أكثر منه كحائط ساند كالشكل المين نمرة ٩

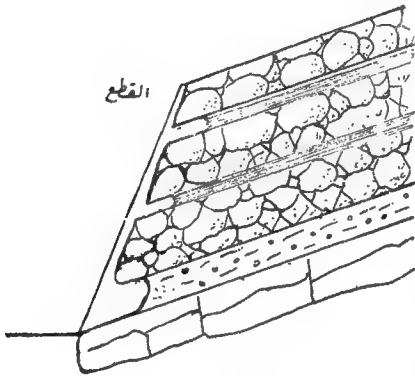


شكل ٩

أما رشح المياه فيمكن اتقاؤه أثناء العمل وكذا بعد تمام العمل بصرفه في مجارى وذلك لمنع تشيع الصخور الصماء التي تحت قاع القطع بالماء ولا يخفى ما في هذا من خطر على الاعمال الهندسية التي تنشأ على طبقات مشبعة بالماء لأن عمل الماء تحت هذه الطبقات يسبب كوارثا جساما يتفادها المهندس بقليل من النقود تدفع في انشاء المصارف

فاذا كانت الصخور الصماء من الانواع المندمجة الصلبة المتجانسة الحالية من الفواصل أو التي بها فواصل قليلة كالجرانيت مثلا فيحتمل عند عمل القطع فيها أن تبقى جوانب القطع ثابتة على زوايا كبيرة مع الافق وأن تقاوم العوامل الجوية بدرجة تجعل تأثير الاخيرة بطيئا جداً وكذا يكون الرشح منها الى القطع معدوماً أو قليلاً جداً ومثل هذه الصخور يمكن معالمتها بماالة جوانبها ميلاً خفيفاً بخلاف ما لو كانت الصخور الصماء من الانواع الغير صلبة واليكثيرة

الفجوات فان رشح المياه منها الى القطع يكون غزيراً وأثر العوامل الجوية فيها يكون سريعاً وبذلك تكون عرضة لتلف مبكر
 فاذا كان القطع في صخور مختلفة الصلابة كأن تكون بعض الطبقات مكونة من مراد صلبة مندمجة حبيباتها وأخرى من مراد غير صلبة وكثيره الفجوات فان أثر العوامل الجوية على الصخور يكون مختلفاً فهو طفيف في الصخور الصلبة وكبير في الصخور الاقل صلابة وبذلك يحدث تآكل في الاخيرة تصبح معه الصخور الصلبة معلقة في الفضاء وغير مسنودة بما تحتها من صخور ضعيفة بسبب التآكل الذي حدث بها كما هو مبين بالشكل ١٠

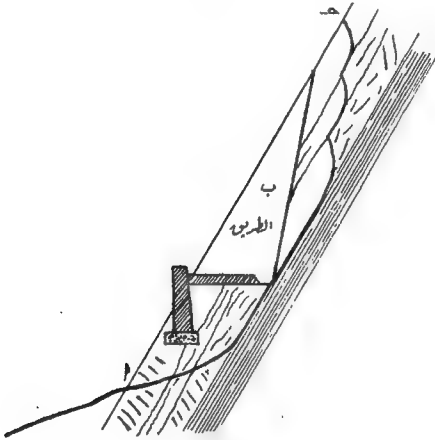


شكل ١٠

وينشأ عن ذلك سقوط الصخور المعلقة تحت تأثير ثقلها أو بانزلاقها على ما تحتها من الصخور ومثل هذه الحالة يجب معالجتها أما بامالة الجوانب على زاوية الشو الطبيعي أو بسندها بحوائط سائدة

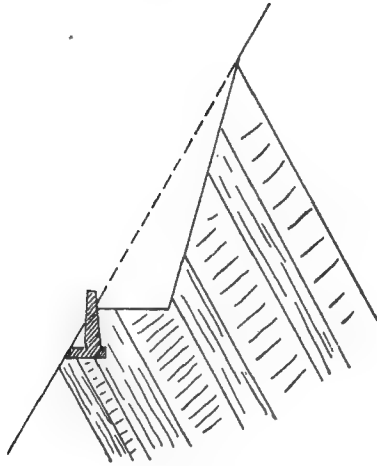
الحالة الثانية . قطع لعمل طريق في جرف - فاذا كانت الصخور الصماء ظاهرة كما هو الحال في واجهة تل أو جرف وأريد قطعها لعمل طريق مثلاً وكانت الصخور تميل نحو القطع ففي هذه الحالة يجب عمل حائط ساند قوى لتحمل الجهود التي تنشأ من حركة المرور على الطريق وللوقاية من العوامل الجوية فاذا وجدت مياه رشح غزيرة فتعمل الاجراءات

اللازمة لتصريفها وعدم تراكمها ويصير امالة جانب القطع على زاوية يؤمن معها ثبات التل وعدم انهياره أو انزلاقه وإي تهاون في هذه التحوطات يجعل سلامة الطريق وأرواح المارة في خطر ويصبح القطع مكانا لتجمع مياه الرشح ويكون التل عرضة للانهيار فينهار الجزء الاسفل ١ ب بسبب الجهود التي تنشأ عن حركة المرور ويتسبب عن ذلك انهيار الجزء الاعلا ٢ وخصارة كبيرة في الاموال والارواح وموقع كهذا يعتبر غير صالح على أى حال ويحسن العدول عنه كما هو مبين بالشكل ١١



شكل ١١

اما إذا كانت الصخور تميل عن القطع فيعمل حائط صغير كوقاية لجانب التل وميل خفيف لجانب القطع وقد لا يحتاج الحال لعمل مصارف لمياه الرشح كالمبين بالشكل ١٢



شكل ١٢

القطع في الرواسب

في الحالات السابقة عن عمل قطع كانت الفروض على اعتبار أن القطوع في صخور صماء فلنفرض الآن أن القطع في الرواسب التي تعلو الصخور الصماء

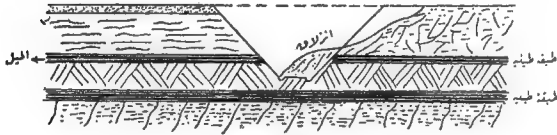
تأثير خواص الرواسب

من الغريب في خواص الرواسب التي تعلو الصخور الصماء أنها تتغير بعد قطعها وتعرضها ومنها ما يكون سريع التغير ومنها ما يكون بطيئه ولذا يجب عند دراستها التأني في الحكم عليها فقد تثبت الطبقات عند قطعها بأماله جوانب القطع على زاوية ما ولكن بعد قليل من الوقت لا يلبث أن تحصل انزلاقات وانهار ونظراً لاختلاف الطبقات من حيث ثباتها اختلافاً كبيراً فيجب دراسة كل طبقة على حدة وملاحظة أماله جوانب القطع على الميل الذي تثبت معه أضعف الطبقات وحتى لا يعمل غير ميل واحد للجانب الواحد

والرواسب الطينية من أصعب الرواسب في معالجتها وخصوصاً اذا كان بها رمال تحمل بين حباتها مياها

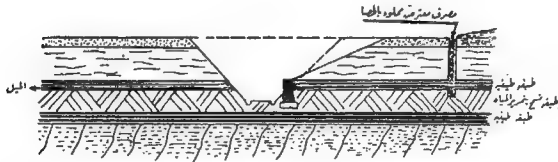
فالرواسب الطينية قد تثبت على ميل ١ على ١ فاذا ما تشبعت بالمياه بسبب قطعها انزلت وانهارت وبالاخص عند اسفل الميل فقد تنهار الى ان تصبح في وضع أفقي

الحالة الثالثة - فان كان القطع في رواسب تميل طبقاتها الى القطع وكانت احدى الطبقات تعلو طبقة من النوع الزلق Slippery المانع لنفاذ المياه Non Porous فان الرواسب العليا تنزلق على سطح الرواسب التي تحتها كما هو مبين بالشكل ١٣



شكل ١٣

وفي حالة كهذه يمكن عمل مصرف لتلقى مياه الرش قبل وصولها الى القطع ويسمى مصرف معترض Intercepting على مسافة من أعلا القطع كما هو مبين بالشكل ١٤



شكل ١٤

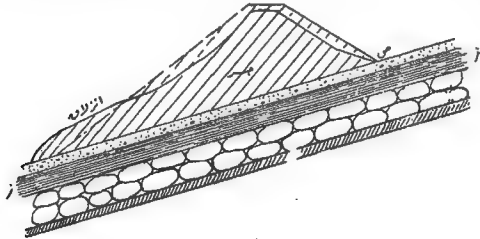
فهذا المصرف يجمع كل المياه التي كانت سبباً في زلق الطبقة المانعة لنفاذ المياه وينقلها الى طبقة اخرى تسمح بتسرب المياه الى مواقع أخرى

والمصرف المعرض يكون عبارة عن خندق مملوء بالحصى ومرآز لخط
القطع وغائر الى طبقة اوطى من الطبقة الزلق بحيث تسمح بتمرير المياه
الجسور

سناقش فيما يلى حالة انشاء الجسور على تربة من الصخور الصماء ثم على الرواسب
التي تعلو الصخور الصماء

الجسور المقامة على الصخور الصماء - حيث أن الصخور الصماء لم تقطع
ولم تعرض للعوامل الجوية فان تأثير خواصها يكون ثانويا فى حالة انشاء
الجسور سيما وأن قوة تحملها تكون موضع ثقة فى حمل أثقل الجسور
اذا اتخذت الاحتياطات اللازمة لازالة الصخور السطحية الناعقة أو البالية من
تأثير العوامل الجوية وعمل وسائل كافية لصرف ما عساه أن يتجمع من المياه
حول مرقع الجسر

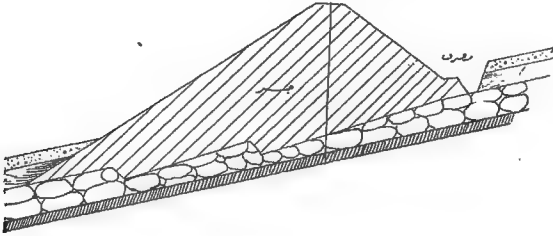
وعليه فالعامل الاول المؤثر عند انشاء جسر هو تكوين المنطقة
الحالة الرابعة - فاذا كانت الطبقات مائلة Dipping والرواسب التي تعلو
الصخور الصماء من نوع رخو زلق كالطبقة « زز » المينة بالشكل ١٥ فقد



شكل ١٥

تحدث انزلاقات كثيرة بالجسر وذلك لانزلاق الرواسب على سطح الصخور
الصماء التي تحتها بتأثير ثقل الجسر الواقع عليها
• وما يزيد الطين بله تجمع المياه عند النقطة « ص » فى الجانب الاعلا من
للجسر وهذا قد يؤدي الى زحزحة الجسر دفعة واحدة فى جهة ميل الطبقات

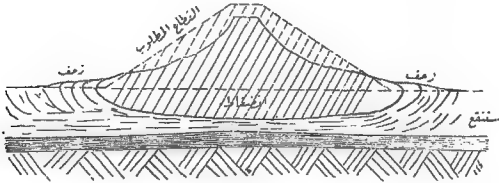
ولتلافي حدوث ذلك يجب ازالة المواد الرخوة الزلق وقطع الصخور
لتثبيت الجسر وتعشيقه وعمل وسائل صرف كافية كما هو مبين بالشكل ١٦



شكل ١٦

الجسور القائمة على رواسب تعلو الصخور الصماء

تكوين المنطقة الجيولوجي في هذه الحالة كما في حالة انشاء الجسر على
الصخور الصماء هو العامل الأول المؤثر في سلامة الجسر لأن الانزلاق الذي
ينشأ عن تكوين الطبقة المقام فوقها الجسر أكثر خطورة من الانزلاق
العادي المسبب عن خواص المواد المركب منها الجسر
الحالة الخامسة - فاذا أقيم جسر ثقيل على رواسب من نوع رخو



شكل ١٧

أو على مستنقع Soft or Marshy فإنه يكون عرضة لانزلاقات خطيرة بسبب
انضغاط الطبقة الرخوة المقام عليها وزحفها كما هو مبين بالشكل ١٧ ويستمر

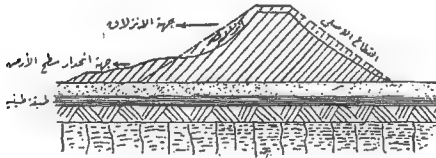
الانزلاق في الجسر الى ان يثبت بسبب ثبات التربة التي تحته لأن الانضغاط المسبب لها من ثقل الجسر يجعل قوة تحملها أكبر

وهذا يستدعي زيادة كبيرة في مكعبات الجسر المحسوبة وحتى بعد ان يتم انشاء الجسر فانه يصبح عرضة لانزلاقات اخرى خطيرة بسبب حركة المرور ويحتاج دائماً الى تقوية وصيانة باهظة

ولعلاج حالة كهذه يصير إما ازالة الارض الزلقة او صرف المنطقة صرفاً وافياً بالغرض او انشاء الجسر على فرش Raft ويجب ان يراعى المهندس الاقتصاد في الطريقة التي يتبعها

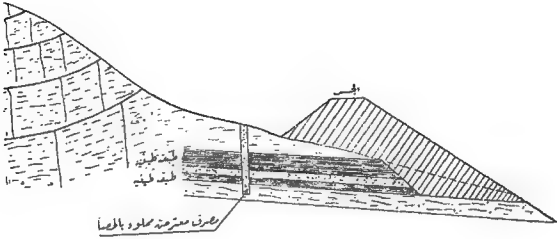
الحالة السادسة - الجسور التي تقام على ارض منحدرية الى جهة تكون دائماً عرضة للانزلاق اذا كانت الارض رخوة ومشبعة بالمياه كما هو مبين بالشكل ١٨

وفي مثل هذه الحالة يجب صرف المنطقة صرفاً جيداً قبل انشاء الجسر فاذا كانت الطبقة التي أقيم عليها الجسر تعلو طبقات رسوية تميل نحو الجسر



شكل ١٨

فانه يخشى من انزلاق الجسر كتلة واحدة لناعية الميل وبالاخص اذا كانت الطبقات التي تحت الطبقة الحاملة للجسر من النوع الزلق شكل ١٩



شكل ١٩

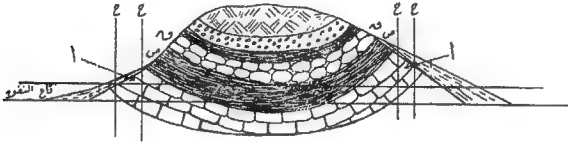
ومثل هذه الحالة تعالج بإزالة الطبقات الزلقة حتى تكون قاعدة الجسر على طبقة غير زلقة وتسمح بتمرير المياه منها ويجب حفر خندق مواز لخط الجسر وملئه بالحصا في سفح التل ليكون كمصرف معترض وتعمل مصارف فرعية على مسافات من طول المصرف المعترض تحت الجسر في اتجاهات عمودية عليه وتصب في المصرف المعترض

الانفاق

في الصخور الصماء - فلنفرض انه يراد انشاء نفق فكل ماسبق ان بيناه في صدد عمل قطع في الصخور الصماء يمكن تطبيقه في حالة الانفاق غير أن الانفاق عادة تكون على عمق اكبر من القطوع والظروف المحيطة بها أكثر تعقيداً ولتكوين المنطقة الجيولوجي الأثر الأول في انتخاب خط النفق وتصميم قطاعه كما تتوقف عليه تكاليف الانشاء والصعوبات التي تعترض العمل .

اما خواص الصخور الصماء فتحدد الامكنة من خط النفق التي يجب عندها عمل بطانة من الداخل لتحمل ضغط الطبقات التي فوق سقف النفق والتي على جانبيه أو لوقاية اجزاء من النفق من تأثير الغوامل الجوية وأى تهاون أو تقصير في عمل المباحث الجيولوجية قد يؤدي الى خلع المهندس

الحالة السابعة - ومن الحالات الحادثة نتيجة للتهاون في دراسة تكوين المنطقة الجيولوجي ماهو ميين بالشكل ٢٠ فانه يمثل نفقا يخترق طبقات منثنية ذات صخور ضخمة عند حافتيه فاذا عملت حفر الاختبار عند حافتي النفق وفي المواقع « ع . ع . ع . ع . ع » فقط فان النتيجة تصور لنا الطبقة « ا »

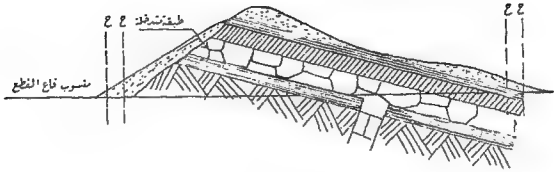


شكل ٢٠

في حفر الاختبار على منسوب واحد أى أفقية فاذا اتخذت هذه النتيجة اساسا لتصميم النفق وتخطيطه فانه يحدث ارتباك شديد في التنفيذ عند ما يعترض خط النفق طبقة من حجر الطين الصفحي Shales الضعيف التركيب مثل « م م » والذي يجب ان يطن النفق عند اختراقه لها ببطانة متينة وكذلك يزيد الارتباك عند ما يخترق النفق الطبقة « ص . ص » المحملة بالمياه في الجزء المتوسط من طوله فان النفق في هذا الجزء يحتاج لوقاية وبطانة باهظتين

ولا يخفى ما يطرأ من صعوبات لم تكن منظورة بسبب ضعف الطبقات ورشح المياه بغزارة مما لم يستعد المهندس لمقاومته ومما يدعو الى تغيير طرق تنفيذه وتعطيل العمل ريثما يستعد ويتخلص من الصعوبات

الحالة الثامنة - وفيما يلي مثل آخر من النتائج السيئة التي تترتب على عدم البحث الجيولوجي الوافي فيما يختص بتكوين المنطقة فقد يحدث ان توجد طبقة متدخلة بين طبقات الصخور الاخرى كالطبقة « ا » المبينة بالشكل ٢١ فاذا فرضنا نفقا



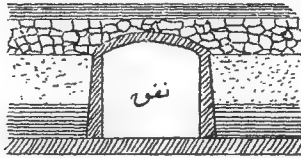
شكل ٢١

يخترق الطبقات الميمنة بالشكل وأن حفر الاختبار لم تعمل الا في المواقع ع.ع.ع.ع. عند حافتي النفق والى عمق لم يصل الى الطبقة « ا » المتدخلة فان اعتراض هذه الطبقة لخط النفق اثناء التنفيذ قد يؤدى الى ظهور صعوبات تضطره الى وقف العمل وتغيير طريقته في التنفيذ مما يزيد تكاليف العمل كثيرا

تأثير تكوين المنطقة — وما سبق ان بيناه في حالة القطوع من علاقة التخطيط بالميل والاتجاه يمكن تطبيقه في حالة الانفاق

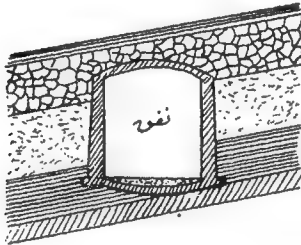
الحالة التاسعة - فاذا فرضنا نفقا يتبع في تخطيطه ميل الطبقات وكانت الطبقات ذات ميل طفيف ومركبة من صخور صلبة كما هو مبين بالشكل ٢٢ واخرى ضعيفة فبما أن اتجاه الطبقات يكون غالبا عموديا على محور النفق فان الضغوط الناشئة من الصخور المركبة منها الطبقات على جانبي النفق يمكن اعتبارها كأنها ناشئة عن طبقات اقية وعلى ذلك تكون الضغوط الجانبية صغيرة وكذلك الضغوط التي على قاع النفق وفي هذه الحالة يكفي سند جوانب النفق بحوائط سائدة ذات قطاعات صغيرة كبطانة اما سقف النفق فيطن بمقد ليقاوم الضغط الناشئ عن الطبقات التي فوق السقف عند ما يقل ارتفاع الطبقات التي فوقه وقد يطن سقف النفق في كامل طوله

وعند ما يمر النفق في طبقات ذات صخور ضعيفة يجب عمل بطانة للسقف وعلى المهندس أن يتوقع دائما رشح المياه من الطبقات الغير مانعة للماء والتي يخرقها النفق



شكل ٢٢

الحالة العاشرة - فإذا كان خط النفق يتبع اتجاه الطبقات كما هو مبين بالشكل ٢٣ فإنه يوجد ضغط كبير ومختلفة المقدار على جوانب النفق ناشئة من انزلاق



شكل ٢٣

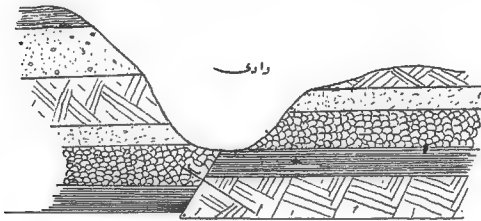
الطبقات ذات الصخور الصلبة على الطبقات ذات الصخور الضعيفة وفي هذه الحالة يجب سند الجوانب بجوائط متينة ويعمل قاع النفق عقدا معكوسا ويعمل سقف النفق على شكل عقد أيضا ويجب اتقاء مياه الرشع بصرفها أثناء التنفيذ وبعد نجاح العمل بصفة مستديمة

فإذا كانت الطبقات التي يخترقها النفق ذات ميل كبير وكان خط النفق يتبع اتجاه الطبقات فإن النفق يكون متأثرا بضغط كبيرة فوق سقفه وعلى جوانبه ويجب أن تعمل بطانة ذات قطاع كبير ولكن رشع المياه في هذه الحالة يكون أقل منه في الحالات السابقة نظرًا لأن المسطح الذي ترشح منه المياه أصغر من نظيره في الحالات السابقة وذلك لميل الطبقات الكبير

فإذا جاء خط النفق في كل من الحالات السابقة في صخور صماء ضخمة

متجانسة كالجرانيت فقد يتم تنفيذه دون أن تطرأ صعوبات من وجهة التكوين الجيولوجى ويكون العامل المؤثر فى نوع البطانة اللازمة هو خواص الصخور

الحالة الحادية عشر - ومن الظواهر الجيولوجية ذات التأثير الهام فى تخطيط وتصميم الانفاق الفوالق فالشكل ٢٤ بين نفقا فى منطقة تالية Hilly وتخطيطه



شكل ٢٤

على منحدر صاعد Rising Grade من يمن الوادى الى وسطه أى من أ الى ب حيثما يستتر الفالق ويخترق النفق طبقة صخرية ضخمة عند أسفل المنحدر «أ» والتي تبشر بعدم وجود صعوبات أثناء التنفيذ ولا ما يمنع من اختراق النفق لها دون بطانة ولكن عند ما يصل العمل الى وسط الوادى «ب» يعترض العمل الفالق بصخوره المفتتة المنزقة

ولنفرض ان الطبقة التى يخترقها النفق عند ب هى طبقة غير مانعة للماء فان الصعوبات التى يقابلها المهندس تصبح مما يعسر التغلب عليه نظراً لضعف الطبقات ولغزارة رشح المياه من الفالق وبذا تضاعف تكاليف العمل مما تقدم أصبح واضحاً أن خواص الصخور الصماء التى يخترقها النفق هى عامل هام جداً فى اختيار نوع بطانة النفق

فالصخور الصماء الصلبة المتبلورة كالجرانيت والكوارتز يمكن أن تبقى بعد اختراق النفق لها دون بطانة وكذا الصخور النارية الصلبة كالبنزلت بينما صخور الشست والشستوس يجب أن تبطن اذا كان ميل الطبقات كبيراً

أما الصخور الصماء الرسوبية المكونة من طبقات فغالبا ييطن النفق عند اختراقها الا اذا كانت الطبقات ضخمة ومن الصخور الرملية أو الجيرية المنندجة والقليلة الفواصل

أما الصخور الصماء الارذوازية Slaty فانها تكون بعد قطعها عرضة للتلف بتأثير العوامل الجوية ولذا يجب تبطينها

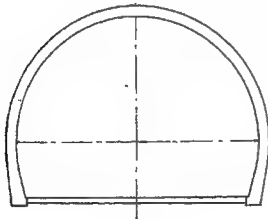
أما الصخور الطينية الصفحية Shales فانها تكون عرضة للتلف المبكر عند وجود المياه

نفق الاحايوة

الحالة الثانية عشر — ولنضرب هذا مثالا لاهمية خواص الصخور الصماء في اختيار نوع البطانة اللازمة للنفق

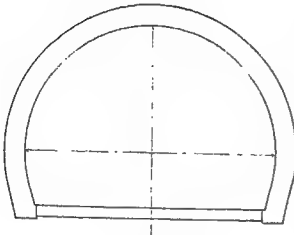
نفق الاحايوة عمل في جبل الاحايوة الذي يبعد نحو ٣ كيلو مترات عن ناحية الاحايوة وصخوره جيرية وقد عمل النفق لنقل مياه ترعة الفاروقية وطوله ٩٤٠ متراً وقد وجد أن هذا النفق على قصر طوله مثل للتباين في تركيب صخوره وخواصها فوجدت الصخور في جزء منه صلبة منندجة وهذا الجزء هو الذي يعلوه ارتفاع كبير من الصخور وكان مقررأ أن لا ييطن فقط ببيض بطبقة سميكة من مونة الاسمنت والرمل المقذوفة تحت ضغط هوائى Gunite لوقاية الصخور من فعل المياه والعوامل الجوية ولكن عدل عن

ذلك أخيراً ورؤى تبطينه ببطانة خفيفة لضمان عدم تأثره بالماء وبالعوامل الجوية شكل ٢٥

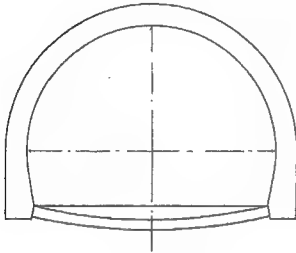


شكل ٢٥

بينما وجدت الصخور عند أطراف النفق ضعيفة فعملت بطانة قوية مكونة من حوائط سائدة للجوانب وعقد للسقف وفرش مستو للقاع ش. ٢٦



شكل ٢٦



شكل ٢٧

ولكن أثناء التنفيذ وجد أن
النفق صادف طبقة طفيلية
التي في قاعه وفي جزء من
ارتفاع أحد جانبيه فعملت
البطانة بعقد معكوس في القاع
ش ٢٧ في طول الطبقة الطفيلية
ويكون بذلك قد عمل ثلاثة
أرائيك لبطانة النفق في طول
النفق القصير والصورة
الفوتوغرافية نمرة ٢٨ تبين انشاء
العقد لبطانة سقف نفق ألا حايوة
فقد عمل العقد أولاً قبل
الحوائط الساندة وذلك بأن جعل
العقد يركز على أعتاب من
الخرسانة المسلحة عند أرجله
كما هو مبين بالصورة ش ٢٨

الانفاق في الرواسب — فيما تقدم شرحنا علاقة تكوين التربة وخواص
الصخور الصماء بانشاء نفق اذا كان النفق سيخترق طبقات صخور صماء
وفيما يلي سنبحث حالة نفق يمر في الرواسب التي تعلو الصخور الصماء Drift
ففي هذه الحالة يجب تبطين النفق لمقاومة الجهود التي تنشأ بسبب عدم
ثبات طبقات الرواسب ونزوعها الى الانزلاق والانهيار عند قطعها
وخواص هذه الرواسب تختلف كثيراً ففي بعضها تكون خاصية التماسك قوية
والاحتكاك بين جباها كبير وفي البعض الآخر تكاد تنعدم الخاصيتان المذكورتان
فالطين المندمج الجيبيات Compact Clay مثل للرواسب ذات التماسك
القوى والاحتكاك الكبير



شكل ٢٨

بينما الرمل الزيتقي Quick Sand والروبة مائلين للنوع الذى تنعدم فيه هاتان الخاصيتان ولخواص الرواسب الشأن الاول فى تصميم قطاع بطانة النفق فاذا كان النفق سيخترق طبقات رخوة وكان قليل الغور فان الطبقات التى تعلو سقف النفق تثبت على زوايا معينة ويكون أغلب ثقلها واقعا على سقف النفق الذى يجب أن يبطن بعقد متين ويجب أن تعمل حوائط جانبية سائدة أما اذا كانت الانفاق كبيرة الغور وتخترق طبقات رخوة من الرواسب ففي هذه الحالة يظهر أثر خاصية تقوس التربة Arching التى تكون على عمق كبير وتحمل فوقها طبقات ثقيلة بارتفاع كبير ويجب الاستفادة بهذه الخاصية لانها تخفف من الضغوط الواقعة على السقف وفى حالة كهذه يعمل قطاع النفق على شكل القطع الناقص أو يعمل دائرى

فاذا كانت الرواسب لا تثبت الا على زوايا صغيرة جدا مع الافق أو كانت

مشبعة بالمياه فأنسب القطاعات هو القطاع الدائرى
وتكوين الرواسب هو العامل المتسايط فى اختيار تخطيط النفق ومنسوبه
وفى تصميمه وتنفيذه

بينما خواص الرواسب هى التى تحدد مواقع البطانة ونوعها
وعلاقة ميل الطبقات واتجاهاتها بتصميم النفق وتنفيذه مشابهة لنظيرتها
فى حالة الصخور الصماء

وعلى وجه عام فانشاء النفق فى الرواسب أصعب منه فى الصخور الصماء
نظرا لضعف الاولى من حيث تركيبها ولضعف خاصيتى التماسك والاحتكاك
فيها وكذا لسرعة تغير خواصها عند تعرضها وأصعب ماقد يلاقية المهندس
عند العمل فى الرواسب التى تعلو الصخور الصماء هو وجود مياه غزيرة بها
لانه على المهندس فى مثل هذه الحالة أن يتخلص من المياه بواسطة صرفها
وأن يعمل فى نفس الوقت على مقاومة انهيار التربة التى تصبح رخوة مشبعة
بالماء بعد أن كانت متماسكة ثابتة

فبينما يصادف المهندس طبقة طينية متماسكة ثابتة اذ به يجدها قد تغيرت
الى مادة مشبعة بالمياه غير متماسكة

وذلك بسبب وجود طبقة تعلوها مباشرة من الرمال والحصى المشبعة بالمياه
بين جباتها

فالمياه تجد طريقها من الطبقة الرامية الى الطبقة الطينية داخل الشقوق التى
تظهر فيها عند اختراق النفق لها

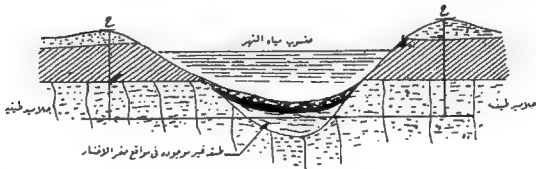
ومن أنواع التربة الخادعة بعض أنواع الطين الصفحية الكثيرة الكلاء
والجنور Sodden فانها عند تعرضها تنتفخ وتنشقق وتصبح بذلك من
أصعب المواد لاختراق النفق

اما الجلاميد الطينية المتماسكة فليس من الصعب اختراقها مالم يفصلها عن
بعضها طبقات من الحصى والرمال المشبعة بالمياه فانها تصبح صعبة المعالجة
شديدة المراس

اما الرمال المشبعة بالمياه فانها تحت تأثير الضغط تصبح زبقية وتسبب
أضرارا كثيرة وتستدعى معالجة الحالة تفريغ المياه وازالة الرمال المتساقطة
وسند النفق بعنات قوية أثناء التنفيذ ثم تبطينه ببطانة متينة
وعلى المهندس أن يجتنب اختيار التخطيط في الطبقات الرخوة او المشبعة
بالمياه والتي ينشأ عنها صعوبات أثناء التنفيذ فاذا اضطر لذلك فعليه أن يعد
عدته للتغلب عليها متى أظهرت له المباحث وجودها ولذا يجب أن تكون
المباحث والجسات وافية والى مناسيب أو طى من مناسيب قاع النفق بعمق كاف
الاتفاق تحت أقواع الانهار

أما فى حالة انشاء الاتفاق تحت أقواع الانهار فان وجود المياه بصفة
مستديمة وعادة تحت ضاغط كبير Great Head يجعل عملية التنفيذ شاقة
وبما أن الرواسب فى أقواع الانهار من الحصى والرمل والرواسب الطينية
تأخذ أوضاعا فى شكل طبقات غير منتظمة وقد تتغير فى مسافات قصيرة من
حيث امتدادها وسمكها وتركيبها فلذا يجب الحصول على أوفى بيانات ممكنة
عن هذه الرواسب

فتمعمل مساحة جيولوجية دقيقة عن المنطقة المجاورة للنهر وتعمل حفر
اختبار وثقوب للجس فى قاع النهر لانه لا يمكن الاكتفاء بالمباحث التى تعمل
خارج مجرى النهر نظرا لسرعة تغير حالة الرواسب فى مسافات قصيرة ولاحتمال
وجود رواسب تحت قاع النهر مخالفة للوجود خارج مجراه .



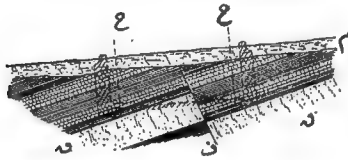
شكل ٢٩

الحالة الثالثة عشر - الشكل ٢٩ يبين حفر الاختبار التى خارج مجرى النهر
تكشف عن طبقة من الجلاميد الطينية المتماصة عند منسوب قاع النفق

ومن ذلك يتبادر الى الذهن ان هذه الطبقة مستمرة تحت قاع النهر ولكن اذا عملت ثقب في قاع النهر فانه يظهر أن هذه الطبقة قد تأكلت الى عمق كبير تحت منسوبها الذي ظهرت عليه خارج مجرى النهر وحل محلها رواسب نهريّة أخرى رخوة ومشبعة بالماء
فاذا اكتفى المهندس بجساته التي خارج مجرى النهر فانه يخدع وتصادفه صعوبات تضطره لوقف العمل والاستعداد للحالة الطارئة

أحواض المراكب Docks and Locks

ومن الظواهر الجيولوجية ذات التأثير السيء في الاعمال الهندسية الفوالق كما اسلفنا



شكل ٢٠

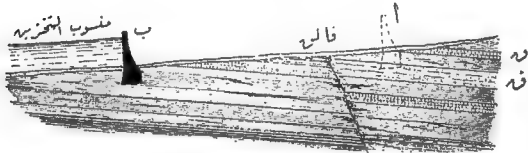
الحالة الرابعة عشر - ولنورد هنا مثلاً آخر عن تأثيرها وليكن حوضاً للمراكب Dock Basin وأنه قد أجرى اختبار الموقع واستكشاف التربة بعمل حفرتي اختبار عند ع، ع بالقرب من حائطي الحوض فإذا فرض وجود فالق مستتر تحت الطبقة الأفقية المستمرة م فنظراً لوجود الفالق بين حفرتي الاختبار ولعدم عمل حفرة اختبار على الفالق نفسه فإن البيانات التي يحصل عليها المهندس تكون ناقصة وخادعة

وعند ما يعترض الفالق عمل المهندس فانه يحدث ارتباكاً شديداً بسبب غرارة خريير المياه من الفالق الى أساس الحائطين عن طريق الطبقة الغير مانعة للياه

« وفي حالة كهذه فإن الحائط المبنى تنزع دائما الى الانزلاق فوق سطح الفالق هذا فضلا عن أن المياه التي بالحوض تجد طريقها في الفالق الى الطبقات الغير مانعة للمياه اذا ما كان الحوض مقفلا بالوابات

خزانات المياه والسدود

في الصخور الصماء — عند اختبار موقع لاجل انشاء خزان في منطقة صخور صماء فأول مايجب مراعاته هو انتخاب حوض قاطع للمياه أى لا تتسرب منه مياه التخزين بطريق الرشح ثم انتخاب اساس سليم لبناء الخزان فوقه وللوصول لهدف الغرضين يجب دراسة المنطقة دراسة دقيقة من حيث تكوينها وخواص صخورها فالصخور الصماء الكثيرة الفواصل والفجوات والشقوق يجب اجتنابها لعدم صلاحيتها وعدم وفائها بالغرضين السابقين وكذا الصخور الصماء التي بها ثنيات وتجمعات أو فوالق تعتبر ايضا غير صالحة

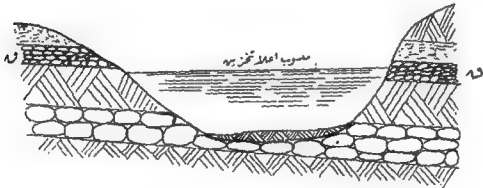


شكل ٣١

الحالة الخامسة عشر - الشكل ٣١ يبين قطاعا عن وادى مقام اعليه خزان عند ب وتميل طبقاته الى خلف الخزان وبه فالق تسبب عنه وجود حاقى الطبقتين « ص » الغير قاطعتين للمياه على سطح الوادى فاذا فرضنا أن الخزان أقيم عند الموقع « أ » خلف الفالق على الطبقة « ب » كأساس فان مياه التخزين تجد طريقها في الفالق وفي الطبقة « ب » نفسها ينما يصبح جسم الخزان نفسه عرضة لخطر الانقلاب بسبب وجود المياه بين قاعدته وبين الطبقة « ب » كما أنه يصبح معرضا لخطر الانزلاق على سطح الفالق وهنا يظهر بوضوح أهمية تكوين المنطقة الجيولوجى في انتخاب موقع الخزان

فالموقع ب أكثر صلاحية لانه امام الفالق فلا يخشى معه من اضرار الفالق وكذلك الطبقات عند ب ضخمة ومن صخور لا تنفذ منها المياه وتصلح أساساً يؤمن معه على جسم الخزان ويجب بجانب دراسة القاع جيولوجيا دراسة جوانب الوادى من حيث تكوينها الجيولوجى الى منسوب أعلا مياه وقت الخزن على الأقل

الحالة السادسة عشر - الشكل ٣٢ يبين قطاعاً عرضياً للوادى وفيه تمل الطبقات ميلاً طفيفاً والطبقة ب غير مانعة للماء ومعرضة لسطح المياه أمام الخزان عند أحد جانبي الوادى فان مياه التخزين في مثل هذه الحالة تفقد بواسطة التشرب داخل هذه الطبقة عند الجانب الأيمن من الوادى والذي فيه هذه الطبقة تحت منسوب سطح مياه التخزين ويصبح مع ذلك عمل الخزان على هذا المنسوب ضرب من ضروب الاسراف الغير منتج وفي موقع كهذا يجب الخزن على منسوب أوطى يمكن معه مفاداة الطبقة ب التى تنفذ منها المياه وتضيق من المقدار المخزون بطريق التشرب



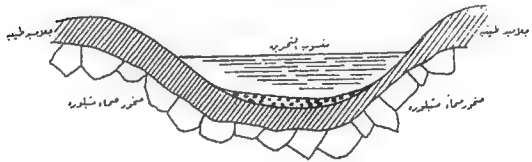
شكل ٣٢

والخزن على منسوب أوطى يؤدي بطبيعة الحال الى خزان ذو سعة أقل من الخزان العالى فاذا كان من الضرورى الخزن على المنسوب العالى للحصول على كمية معينة من الماء فيجب معالجة الحالة بعمل حائط ساند بطول بروز الطبقة ب في الجانب الذى تفقد منه المياه اذا كان هذا الطول صغيراً والافلا مندوحة من خفض منسوب الخزن أو العدول كلية عن هذا الموقع والبحث

عن موقع تكون فيه جوانب الوادى أكثر صلاحية للخرن على المنسوب العالى

في الرواسب — أما اذا كان الخزان سيثيد في منطقة رواسب من التي تعلو الصخور الصماء

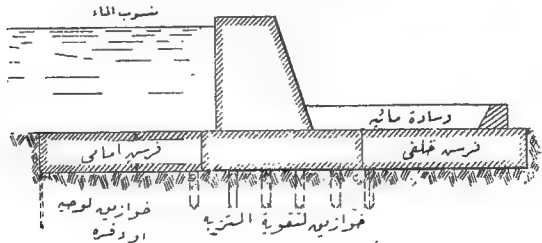
الحالة السابعة عشر — فأذا كان الوادى مغطى في جوانبه وقاعه بطبقة طينية سميكة مانعة للمياه ومتجانسة فهذا الوادى يصلح لأن يقام فيه خزان ماعدا رشح طفيف أثناء الخرن كاليمين بشكل ٣٣



شكل ٣٣

وعلى أى حال فيجب عند تشييد خزان على اساس من الطبقات الطينية اختبار هذه الطبقات جيدا لابعاق كبيرة ومعالجة الحالة حسب ما تستدعيه طبيعة الطبقة التي ستكون الاساس

فاذا كانت الطبقات السطحية غير صالحة فيصير النزول الى عمق كاف للتأسيس على طبقة تكون قوة تحماتها كافية

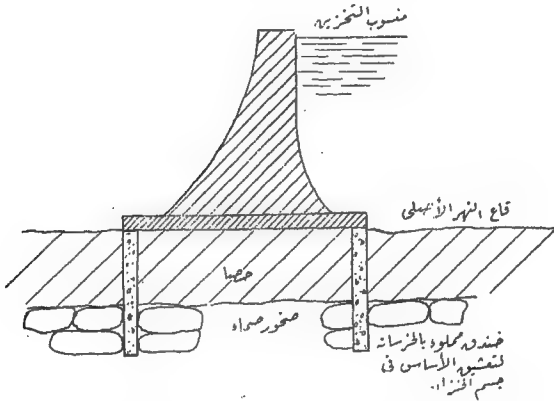


شكل ٣٤

فاذا وجد أن الطبقات رخوة الى اعماق كبيرة فيصير دق خرازيق قصيرة لزيادة قوة تحمل التربة ش ٣٤

أو دق خوازيق حاملة Bearing Piles واذا كانت طبيعة الطين من النوع الذى ينحرف تحت تأثير الضغط فيعمل خلف الخزان ستائر أو خوازيق لوحية Sheet Piles أو دفرة Curatin Wall لحجز التربة

ويمكن ملافاة ضعف قوة تحمل التربة بعمل بروز عند قاعدة الخزان لتحميله على مسطح اكبر شكل ٣٥ ويجب حاية الطبقة الطينية خلف الخزان من

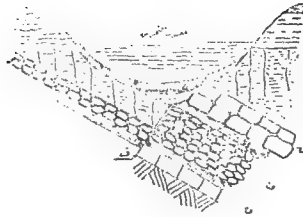


شكل ٣٥

التآكل بفرش يمتد حتى تصبح سرعة المياه بحيث لا تنخر الطينة المركبة منها طبقة قاع الوادى شكل ٣٤ بتأثير المياه المنصبة من فتحات الخزان أو من فوق السد الحالة الثامنة عشر — أما الحصى والرمل والمواد الغير متماسكة

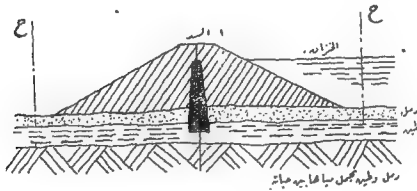
الآخري كالطين الذى يتخلله صفائح من الرمال المملوءة فجواتها بالماء ان كانت تكون قاع الوادى وجوانبه فالوادى لا يصلح لخزن المياه لان الرواسب المكون منها تسمح بتسرب المياه الى طبقات الصخور الغير مانعة

و و و وتنتقل بواسطتها الى اماكن أخرى شكل ٣٦



شكل ٣٦

والحصا والرمال تصلح اساسا للخزانات من حيث قوة تحملها ماعدا الخزانات البنائية الكبيرة الارتفاع ويمكن معالجة تسرب المياه في هذه الحالة بعمل Core Wall حائط متوسط من الخرسانة أو الطين المسانع للرشح Puddle Clay ش ٣٧ أو بعمل حائط امامي مانع للرشح (دفره) أو ستائر ش ٣٤ ويجب حماية القاع من النحر

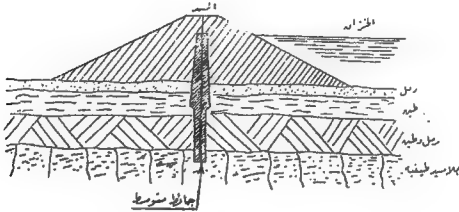


شكل ٣٧

الحالة التاسعة عشر — ومن نتيجة المباحث الغير وافية كأن تعمل الثقوب وحفر الاختبار لاعماق غير كافية أن توجد طبقة تصلح للتأسيس عليها ولكنها تكون متلوة بطبقة حاملة للياه ش ٣٧ فمن المحتمل اذا أقيم الخزان على الطبقة الصالحة التي لم يصل الثقب الا الى منسوبها أن يحدث نحر في الطبقة الحاملة للياه والتي تليها فتحمل ذراتها مع المياه المتسربة تحت تأثير الضغوط المسبب عن (م-٤)

فرق توازن المياه المخزونة امام السد

ويترب على ذلك هبوط الطبقة المعتبرة اساسا للخزان فينهار السد
الحالة العشرين — فلو كانت الثقوب عملت الى أعماق أكبر لكشفت عن
الطبقة التي كانت سببا في انهيار السد ولا يمكن تفاديها والوصول الى طبقة اصلح
للتأسيس عليها وربما كان ذلك على عمق صغير من المنسوب الذي انتهى عنده
الثقب كما هو مبين بالشكل ٣٨



شكل ٣٨

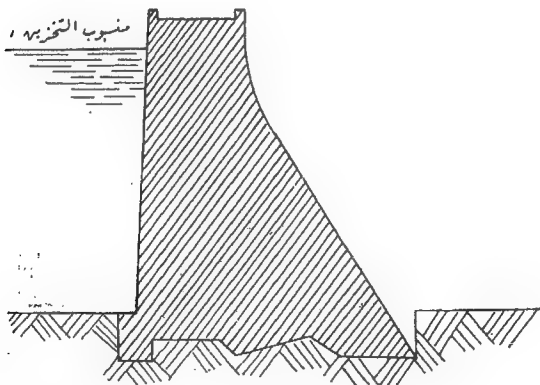
كيفية اعداد وتهيئة أساس الخزان

اذا كان الاساس من الصخور الصماء وسيحمل عليه خزان بنائي كبير
الارتفاع فيجب ازالة جميع الصخور التالفة والضعيفة وتنظيف سطح
الاساس بفرش من السالك والمياه تنظيفا تاما ثم تجفيف المياه المتخلقة عن
ذلك ثم صب طبقة رقيقة من الاسمنت اللباني فوق سطح الاساس وهذا
يجعل كل ما بقى من أجزاء مفككة يتماسك مع جسم الخزان ثم توضع طبقة
من المونة نحو ٥ سم بنسبة ٢ : ١ قبل صب الخرسانة أو البناء فوق الاساس
فاذا وجدت عروق من الصخور الضعيفة تتخلل الاساس فيجب ازالة هذه
العروق لعمق كاف والاستعاضة عنها بخرسانة دسمة أو أسمنت لباني واذا
استعملت طرق النسف فتستعمل بكل احتراس حتى لا ينتج عن استعمالها
قلقلة صخور الاساس

ولضمان متانة الاساس الصخري يجب حقن الصخر بأسمنت لباني مضغوط

الماء جميع الفجوات والشقوق التي يحتمل وجودها ويجب الاستفادة بثقوب
الجلس لنجاز هذه العملية ويجب ملء الثقوب أولاً بأول حتى لا يتسرب
الاسمنت اللباني منها بدلاً من تسربه في طبقة الصخور للماء فجواتها ويستعمل
أسمنت صافي لعملية الحقن إلا إذا كانت الفجوات كبيرة فيستعمل أسمنت
ورمل ويعقب ذلك استعمال أسمنت صافي ويجب تحديده ضغط الاسمنت
حسب حالة الصخور التي يستعمل لها وقد أثبتت الخبرة أن عمل الحقن
بالاسمنت يكون أفعال بعد صب أول طبقة من الخرسانة أو بناء أول مدماك
فإن هذا ينشأ عنه جعل الأساس وجسم الخزان كتلة واحدة متماسكة ويجب
تعشيق جسم الخزان في الأساس بعمل خندق أو أكثر بطول الخزان في
الامام وملء هذه الخنادق بالخرسانة ش ٣٥

ويجب أن تعمل الخنادق لأعماق تناسب حالة الأساس وإذا خشي من
انزلاق جسم الخزان فوق سطح الأساس فيدرج سطح الأساس لتعشيق
جسم الخزان فيه كما هو مبين بالشكل ٣٩ وفي بعض حالات الصخور الضعيفة

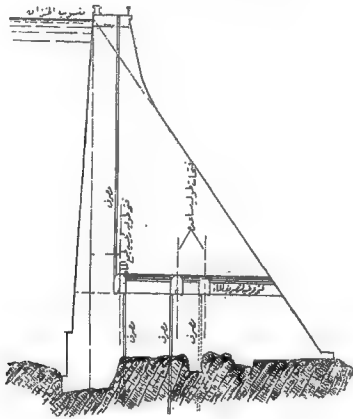


شكل ٣٩

يصير ربط الأساس في جسم الخزان بواسطة أسياخ من الحديد توضع داخل

الثقوب ويصب ماحولها بالاسمنت اللباني واذا خشي من نحر الصخور بفعل المياه خلف الخزان فيصير عمل وقاية من الخرسانة او من أى مادة متينة أو عمل وسادة من الماء Water Cushion ش ٣٤

وحيث ان فعل المياه بين أساس الخزان وجسمه يخل توازن الخزان ويجعله عرضة للانقلاب وذلك بتعويم جسم الخزان وتقليل ثقله بقوة رفع المياه له فيلزم الاحتياط لذلك بعمل فتحات بطول الخزان وعلى ابعاد من بعضها بالقرب من السطح الامامى للخزان ش ٤٠ وأعلى من منسوب سطح



شكل ٤٠

المياه الخلفى لصرف المياه من امام الخزان الى خلفه ويجب توصيل هذه الفتحات بثقوب (مصارف رأسية) داخل البناء الى الاساس لحمل المياه التى بين الاساس وجسم الخزان الى الفتحات وصرفها الى خلف الخزان ومن الاحتياطات التى تعمل لغرض الوقاية من تعويم الخزان عمل فرش قاطع للياه امام الخزان أو عمل دفرة قاطعة للياه امام الخزان شكل ٣٤ أو عمل الخزان على شكل قوس Arched Dams فى مسقطه الافقى

فاذا كان اساس الخزان من الحصى والرمال أو الرمال والطين فيجب ازالة الطبقة السطحية البالية والمتأثرة بالعوامل الجوية وكذا المواد النباتية ثم تعمل خنادق كالسابق يأتها في حالة الاساسات الصخرية لتشقيق الخزان في الاساس ولغرض منع الرشع ويصير ملئها بمواد مانعة للماء

فاذا ظهرت عيون في الحفر فيصير تصريفها أو تحويها خارج الاساس ويحسن تطويل خط الرشع بواسطة عمل فرش مانع للماء أمام الخزان او عمل ستائر شكل ٣٤ حتى لا يتسبب عن قوة الرشع نحر حبات التربة من تحت الخزان ويحسب سمك هذا الفرش من قوة ضغط الماء الى أعلا وذلك من خط ضغط المياه Hydraulic Gradient وتعمل نفس التحوطات السابق ياتها ضد الانزلاق والتعويم وفي حالة السدود الترابية قد تكون قوة تحمل التربة المستعملة أساسا كافية للغرض ولكن اذا كان السد بنائيا فيصير الاستعانة بخوازيق لتقوية التربة أو لاختذ جزء من الحمل الواقع عليها أو الحمل كله فاذا ظهر رشع اثناء الحفر فيصير رفعه بطلببات من آبار تحفر خصيصا لهذا الغرض ويجب أن تكون الآبار لعمق يفى بغرض كسح المياه ويجب اختيار مواقع الآبار المناسبة وستكلم باسهاب عن التخلص من مياه العيون والرشع في الباب الخامس

الكبارى والقناطر

أما الكبارى وقناطر الموازنة والمصببات وما إليها فليس المهندس طليقا في اختيار مواقعها بل هو مقيد بمجملة عوامل تحددها له أغراض المواصلات البرية والملاحة والرى والصرف وعلى المهندس أن يوفق بين هذه الأغراض وبين صلاحية الموقع بقدر المستطاع فان تعذر فعله معالجة الموقع اذا كان غير صالح بطرق التقوية والحفاظة المختلفة السابق شرحها واذا دعت الحال لتهديب المجارى المائية من حيث الاطماء والنحر فعليه عمل الرموس والسدود التى تناسب كل حالة وكذا حماية الجسور بما يناسب المقام

الباثاني

طرق جس وفحص التربة

يجب قبل البدء في تصميم أى عمل هندسي اختبار نوع التربة بحس طبقاتها وعمل حفر اختبار فيها للحصول على عينات في الأعماق المختلفة واختيار العمق الذي يقام عايه الاساس ويوجد ثلاث طرق لجس التربة والحصول على عينات منها

١ — الاختبار بالجس بقضيب او أنبوبة

٢ — الاختبار بعمل ثقوب Borings

٣ — الاختبار بعمل حفر Pits

الاختبار بالجس

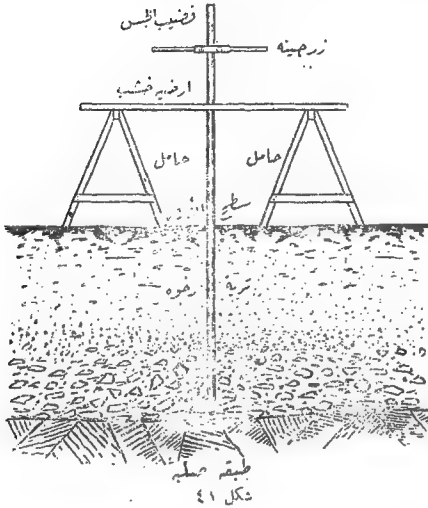
يستعمل عادة للاساسات القليلة الغور والثانوية الاهمية وهو اسهل الطرق للحصول على بيانات عن طبيعة التربة والغور على الطبقات الصلبة التي تصلح للتأسيس اذا كانت هذه على عمق صغير من سطح الأرض وكان يعلوها طبقات رخوة

قضيب الجس

وتجس التربة عادة بقضيب Bar من الصلب محدد من طرفه الاسفل وقطره نحو ٣ سم وذلك بأن يدفع داخل الأرض وينزع ثم يدفع ثانية وهكذا الى أن يصل الى طبقة صلبة واذا تعذر نزع القضيب ودفعه باليد قبل الوصول الى طبقة صلبة بسبب الاحتكاك فيصير الدق عليه بمطرقة وزنها من ٥ ك ج الى ٦ ك ج ويجهز بزرجينة لادارته Tiller or Clamp لتسهيل ادخاله في الأرض ثم نزع

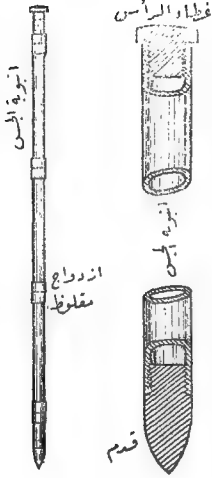
فاذا كان القضيب طويلا فيعمل نصب من الخشب Timber Staging مكون من حاملين وارضية فوقهما Platform لتسهيل عملية الدق فوق رأس

القضيب وكذا عمالية ادارته بالزرجينة شكل ٤١



أنابيب الخس

وقد يستعمل في الخس أنابيب Tubes من الصلب قطرها الداخلي نحو ٣ سم ش ٤٢ بدلا من القضيب
 فإذا اريد الخس لاعماق غايها ٢ متر الى ٣ متر فيستعمل قضيب طوله من ٣ متر الى ٤ متر ويكون القضيب مقلوذاً عند رأسه لاطالة القضيب بوصلات من الصلب مقلوذة عند طرفها وطول كل وصلة يتراوح من ١.٠٠ متر الى ١.٥ متر والوصلات لغرض الخس لاعماق أكبر
 فإذا استعملت الأنابيب للخس فإن قدم الانبوبة يجب ان يجهز بقطعة من الحديد الصلب المطروق تثبت في القدم ببريمة أو برشام وكذا تجهز رأس الانبوبة بغطاء من الصلب المطروق لحماية الرأس ش ٤٢ من ضربات



شكل ٤٢

المطرقة ونهاية خيوط قلاووظات الوصلات
ويحسن أيضاً تجهيز رأس القضيب بغطاء بمائل
ويمكن الجس بهذه الطريقة الى اعناق
غايها ١٢ متر ولا يتكلف الجس بهذه
الطريقة كثيراً ولكن لا يمكن الوصول
بواسطته الى معرفة أنواع الطبقات التي
يخترقها فقط يمكن الحكم على درجة صلابه
كل طبقة من مقاومتها للاختراق
تمييز انواع التربة

ويمكن بواسطة هذه الطريقة تمييز الصخور
الصماء حال الوصول اليها فان القضيب اذ ذاك
يتمتع عن النزول ويدل على ذلك أيضاً
صوت المطرقة وحركة ارتدادها وكذا ارتداد
القضيب نفسه ويمكن الخبير أن يميز لدرجة
ما نوع التربة التي يخترقها القضيب

العينات

أما اذا أريد الحصول على عينات من التربة فيزود القضيب عند قدمه
بأنبوبة من الصلب في نهايته السفلى بدلا من النهاية المحددة ويصير اخراج
القضيب من حين لآخر للحصول على العينات أو تستعمل أنبوبة الجس
السابق وصفها

وعند ما يصادف القضيب او الأنبوبة صخراً في أحد مواقع الجس
فلنأخذ من وجود طبقة صخرية يصير عمل جسات في مواقع أخرى حول
هذا الموقع فاذا وجد أن الصخر يمتد وعلى منسوب واحد في جملة جسات
فهذا دليل على وجود طبقة صخرية والا فهي صخرة عارضة أو جلود

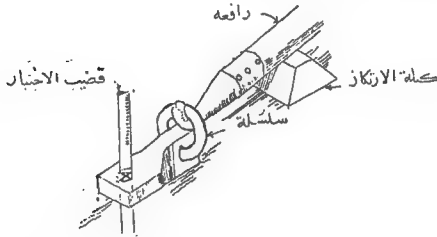
طريقة نزع القضيب

وتستعمل الزرجينة لاجراج القضيب فأن تعذر اخراجه بها فستعمل

سلسلة صغيرة ورافعة Lever وكتلة لارتكاز الرافعة كما هو مبين بالشكل ٤٣

الجلس تحت الماء

فاذا كانت الارض موضوع الاختبار تحت الماء كما هو الحال في اقواق الترع والمصارف والانهار فيمكن اجراء العمل من مركب أو عوامة ويجب أن يعرف منسوب سطح المياه للترعه أو النهر ويجس عمق المياه بواسطة قدة مقسمة لمعرفة منسوب القاع ويمد حبل من السلك المفتول « صاولة » مقسم الى مسافات بواسطة علامات من الرصاص لجلس عمق الماء عند كل علامة ومن تلك الجسات يمكن عمل قطاع عرضي للمجرى



شكل ٤٣

ثم تعمل مساحة للمنطقة لبيان مواقع الجلس بالطرق المساحية التي تناسب الحالة واذا كان المجرى عريضا بحيث يتعذر مد حبل لجلس عمق الماء فيصير تحديد مواقع الجلس بالسكستان أو الثيودوليت ثم تعمل مساقط أفقية من واقع المساحة التي عملت للمنطقة يبين عليها مواقع الجلس سواء في اليابسة أو تحت الماء

طريقة استعمال قضيب تحت الماء — توضع المركب فوق المكان المراد اختباره ثم يجس عمق الماء ثم يدفع القضيب داخل التربة في الموقع ذاته بواسطة رجل أو رجلين يدفعانه جملة مرات حتى يصل الى طبقة صلبة ثم

يعرف طول القضيب الموجود تحت الماء ومن ذلك يمكن معرفة عمق الطبقة التي صار الوصول إليها أما درجة صلابتها فيمكن تمييزها من سلوك القضيب أثناء دفعه ويمكن استعمال القضبان لاختبار التربة تحت الماء لغاية عمق ١٠ أمتار وتعمل قطاعات لمواقع الجس يبين عليها مناسيب الصخور الصماء والطبقات الأخرى التي يمكن تمييزها من العينات وتنمر مواقع الجس لتمييزها تدوين البيانات — ثم يعمل كشف لبيان النتائج التي صار الحصول عليها يشتمل على ستة خانات تملأ بالبيانات الآتية نمرة موقع الجس ومنسوب الطبقة وطول القضيب وعمق الطبقة تحت سطح الأرض وطبيعة المواد المركبة منها الطبقة ثم ملحوظات المهندس

الثقب

طريقة الثقب يمكن تقسيمها الى ثلاثة اقسام حسب قوام التربة وصلابتها أولا — قطع وتكسير التربة بواسطة مثاقب Augers وكواسير Bits مختلفة الاشكال

ثانيا — كسح التربة باستعمال ماء دافق من نافورة موصلة الى طلبية

ثالثا — بالمثاقب الدوارة Rotary Drills

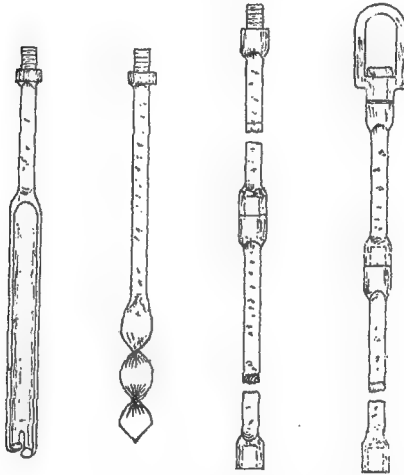
وقد يستدعي العمل استعمال إحدى الوسائل لعمق معين ثم استعمال وسيلة أخرى حسب تغير طبيعة التربة

الوصلات — وكل من آلات القطع والتكسير والمثاقب الدوارة له أطوال معينة فإذا أريد الثقب الى أعماق أكبر من أطوالها فيصير وصاحبها بوصلات ويبدأ بالثقب في التربة دون استعمال غلاف الى العمق الذي يمكن للتربة أن تبقى معه متماسكة دون سندها وذلك يتوقف على قوام التربة ومقدار المياه التي بها ثم يستعمل غلاف من الحديد لسند جوانب التربة والثقب من داخله

والغلاف — عبارة عن مواسير توصل ببعضها بقلاووظات وفيما يلي شرح بأسهاب للأقسام الثلاثة السابقينها

الثقب بالثاقب والكواسير

أولاً — المثقب Auger كالمبين في الشكل ٤٤ وهو عبارة عن اسطوانة مفرغة ومفتوحة من أسفلها ومن أحد جوانبها واستعمالها قاصر على أنزاع الطينة الجامدة المتماسكة والتربة المشابهة لها والتي تلتصق بفراغ المثقب



المثقب المثقب بالحلقة قضيب الوصلات المثقب البريمي

شكل ٤٤

شكل ٤٥

شكل ٤٦

شكل ٤٧

والمثقب مصنوع من الصلب والنهاية العليا لاسطوانة المثقب يتصل بها قضيب بواسطة برشام أو بواسطة لحامه فيها وهذا القضيب يكون مستديراً أو مربعاً عند نهايته العليا ومقلوظ لوصله بوصلات من القضبان لاطالته عند ما يراد الثقب لعماق تستدعي طولاً أكبر من طول المثقب

المثقب البريمي — وقد يستعمل المثقب البريمي ش ٤٥ «مثقب التجار العادي»

بعد لحامه بقضيب من الصلب أو قطعة ماثورة وعمل مقبض له على شكل T

وللثقب القليل الغور تستعمل مثاقب من طول ٩٠ سم وللثقب البعيد الغور تستعمل مثاقب من طول ١٥٠ سم وتستعمل المثاقب البريمية للثقب في الارض الرملية المندجة أو في الأرض المركبة من رمل وحصا

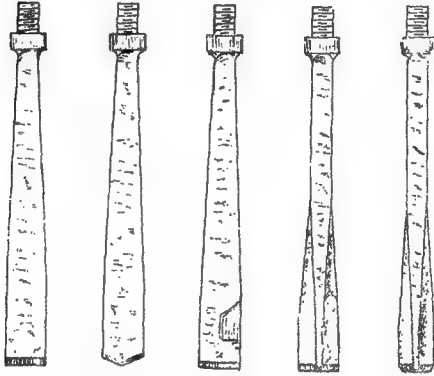
قضبان الوصلات — أما القضبان المستعملة للوصلات فتعمل من الحديد المطروق أو الصلب الطرى وقطاعها مربع ضلعه ٢" للاعماق الصغيرة و ١ ١/٢" للاعماق الكبيرة

وتختلف أطوالها من ٤٥ سم الى ٩٠ سم للاعماق الصغيرة ومن ١٥٠ سم الى ٣٠٠ سم للاعماق الكبيرة ويجهز احد طرفي القضيب بجلبة مقلوطة والطرف الآخر من القضيب مقلوط وله جلبة ذات قطاع أكبر من قطاعة Bearing Collar شكل ٤٦ ويجب ان تكون كل قضبان الوصلات المستعملة في عمل واحد من مقاس واحد وشكل واحد حتى لا يحدث ارتباك عند تركيبها وحتى يسهل معرفة العمق الذي عمل الثقب لغاية في اى لحظة بعد الوصلات فقط وفي الاعماق الكبيرة يستعمل نصب من الخشب أو الحديد يمر سلك من الحديد عند أعلاه على بكرة تتصل بالايدي العاملة أو بآلة رافعة Winch يدار بالايدي أو بالقوى المحركة وعادة البخار

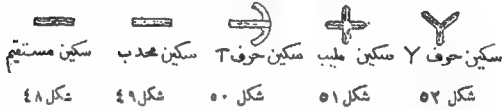
ويستعمل قضيب مجهز عند رأسه بحلقة Swivel لوصل المثقب والوصلات المتصلة به الى الحبل المتصل بالآلة الرافعة شكل ٤٧ ويبدأ العمل أولا كما في الاعماق الصغيرة وعندما يزيد العمق ويصبح طول القضيب ووصلاته مما يصعب تشغيله بالايدي وحدها يوضع النصب ويستعان به بالآلات الرافعة اذا دعت الضرورة الكاسور Bil - يصنع من الصلب وطوله ٤٥ سم وعرضه من ٥ الى ٧ سم

وهو على جملة أشكال كالهيئة بالسومات اما الكاسور ذو السكين المستقيم شكل ٤٨ فيستعمل في طبقات التربة المفككة ويستعمل الكاسور ذو السكين المحذب شكل ٤٩ للتربة الاكثر صلابة ويستعمل الكاسور الذي سكينه T شكل ٥٠ في الصخور الصماء ويستعمل الكاسور الذي سكينه صايب شكل ٥١ والذي سكينه Y شكل ٥٢ في الصخور الصماء التي بها فواصل وشقوق كثيرة لآته

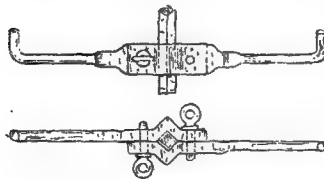
لا يخشى ان تنساب في الشقوق أثناء استعمالها وبذلك يضمن المهندس استقامة ثقبه
وكل انواع الكواسير مقلوطة عند رؤوسها وتوصل بواسطة قضبان مماثلة
تماما للسابق شرحها وتصل بالجليل السلك بحلقة ايضا كالسابق شرحها



انواع الكواسير



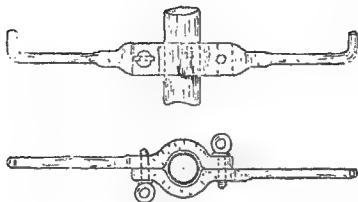
استعمال الزرجينة — وفي حالي المثقب والكاسور تستعمل الزرجينة لادارة



درجيه للتضان

شكل ٥٣

القضبان ش ٥٣ أثناء عملية
الثقب للمساعدة في انزال
المثقب وفي اخراجه فاذا
استعمل مواسير للوصلات
بدلا من قضبان فتستعمل
زرجينة تناسب المواسير
المستعملة ش ٥٤



زرجينه للمواسير

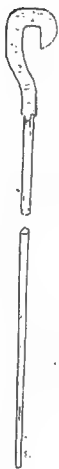
شكل ٥٤

طريقة فك الوصلات وربطها

وعند ما يراد فك أو ربط الوصلات
نمسك القضبان المتصلة بالثقب
والموجودة داخل الثقب بالملقط ش ٥٥
Nipping Fork الذي يستند على
الغلاف ثم يستعمل المفتاح Key ش ٥٦
في فك أو ربط الوصلات وإذا كان عدد
القضبان الذي يراد فكه أو ربطه
كثيرا فيستعمل المعلق Lifting Dog
ش ٥٧ وذلك بأن توضع القضبان
بحيث تكون رأس الوصلة القريبة من
أعلى الغلاف بين شعبتي المعلق ثم يفك
الحبل من الوصلات ويربط في عين
المعلق كما هو موضح بالرسم



الملقط



المفتاح

شكل ٥٥

شكل ٥٦

الغلاف — ومتى وصل الثقب الى عمق تفقد التربة عنده خاصية تماسكها
وينشئ من انهيارها فيجب ادخال غلاف في الثقب لتسند جوانبه
والغلاف مصنوع عادة من الصلب وهو مكون من قطع من المواسير

توصل ببعضها بقلاووظات ش ٦٣ وفي الاعماق الصغيرة والحالات التي

لا يستدعى العمل فيها دقا شديدا على الغلاف تستعمل مراسير
قطرها الخارجى من ٣ الى ٤ وسمك الحديد من $\frac{1}{8}$ الى $\frac{3}{8}$

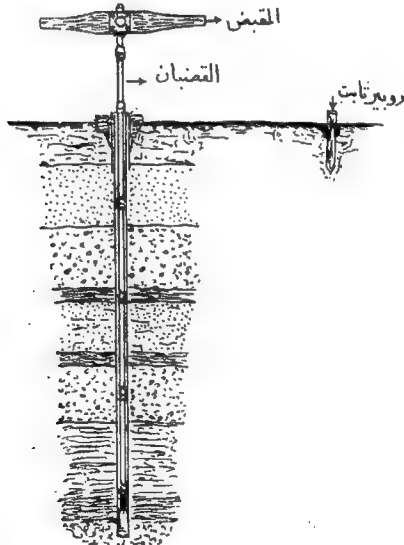
واطوال القطع من ٣ الى ١٠
طريقة انزال الغلاف



المعلق

شكل ٥٧

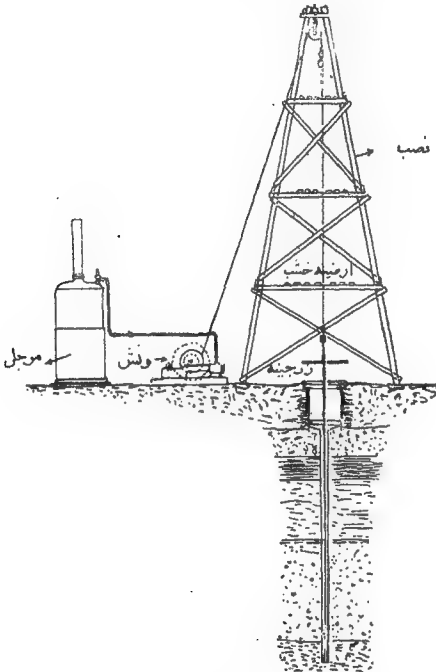
وطريقة انزال الغلاف هي أن تدار المواسير بواسطة
الزرجينة فان تعذر ذلك فبواسطة الدق على رأس الغلاف بطريقة
وفي هذه الحالة يجب ان تجهز الوصلة السفلى بقدم محدد على
شكل سكين لسهولة تفويض الغلاف وكذا تجهز رأس



طريقة التنب بالكلسير بواسطة اليد

شكل ٥٨

الماشورة العليا بغطاء لحماية خيوط القلاووظات من تأثير ضربات المطرقة
وقد يحمل الخلاف باحمال للمساعدة في تفويصه



لمريقة التنب بالكواسير بواسطة الآلات

شكل ٥٩.

ويستعمل عادة نصب من الخشب Head Gear or Derrick كما سبق ان بينا
والنصب — يكون عبارة عن رجل ذات ثلاث شعب في الاعماق الصغيرة
اما في الاعماق الاكبر فقد يكون مكونا من اربعة قوائم على شكل برج

ويجهز النصب عند قمته بكرة تتصل بآلة رافعة بواسطة حبل من السلك لتعليق أدوات الثقب به ومن المفيد أن يكون ارتفاع النصب كبيراً لأمكان فك عدد كبير من الوصلات دفعة واحدة بدلاً من فكها وصلة وصلة إذا كان ارتفاع النصب صغيراً ويجهز البرج بحملة ارضيات من الخشب Platforms



(مشايات) على مناسيب مختلفة ليقف عليها العمال ويساعدون في سند القضبان ومناولتها أثناء فكها وربطها ومن فوائد النصب العالي أن يوفر كثيراً من الوقت في عملية فك وربط القضبان لانه يمكن معه فك القضبان أو ربطها على دفعات

صمام ماصة الحماة ماصة الحماة غلاف المثقب ماسورة الغلاف

شكل ٦٣

شكل ٦٢

شكل ٦١

شكل ٦٠

أقل في العدد

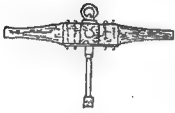
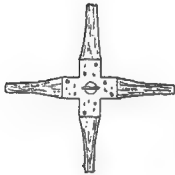
عملية الثقب

الشرح السابق كان خاصاً بالاجهزة والادوات المستعملة في الثقب بالمثاقب والكواسير وفيما يلي سنشرح عملية الثقب نفسها بإسهاب كاف وللبده في عمل ثقب يتصب أولاً نصب كالسابق شرحه فوق الموقع المراد

ثقبه تماماً ثم يبدأ بدق الغلاف أن كانت التربة السطحية مفككة ويخشى من انهيارها داخل الثقب

وقد تعمل حفرة عمقها من متر الى مترين وتشد جوانبها بالخشب قبل البدء باستعمال الكاسور وهذا يساعد في ایجاد فراغ أكبر بين أعلا الثقب ورأس النصب ثم يبدأ بربط الكاسور واحدى الوصلات بحبل الونش ثم تضاف الوصلات على دفع ويصير انزال الكاسور بواسطة الونش الى سطح التربة ثم يبدأ الثقب

الثقب بواسطة الايدي



المقبض

شكل ١٥٨

فان كان الثقب بواسطة الايدي العاملة فيركب مقبض ذو شكل خاص شكل (١٥٨) لرأس القضيب فتتناوله أيدي الرجال ويصير رفع الكاسور لمسافة ٣٠ الى ٥٠ سم ثم تركه ليسقط ثم يتناوله الرجال ويحركونه حركة دورانية وكلما زاد عمق الثقب واريده اضافة وصلات اخرى يصير تعليق القضبان من رأس اقرب وصلة بواسطة الملقط ثم فك المقبض واطافة الوصلات المراد اضافتها

الثقب بواسطة القوى المحركة

وفي حالة استعمال القوى المحركة بدلا من الرجال فلا يستعمل المقبض ويستعاض عنه بالقضيب ذو الحلقة Swivel الذي يوصل عادة بخطاف حبل الآلة الرافعة وفي هذه الحالة يكون رفع القضبان وانزالها بواسطة الآلة الرافعة وعند ما يصل الكاسور الى التربة يصير ادارته بمعرفة الرجال بواسطة الزرجينة ش ٥٩ وفي هذه الحالة اذا أريد اضافة قضبان فيصير تعليق القضبان بواسطة الملقط أو المعلق وفك القضيب ذو الحلقة ثم ربط القضبان المراد اضافتها

ضرورة الكشف على الكاسور

ويجب من حين لآخر اختبار حالة الكاسور المستعمل وتغييره عند الاقتضاء
لأنه كثيراً ما يحدث تأكل بالسكينة قد يتسبب عنه صغر قطر الثقب
تنظيف الثقب

وعند ما توجد صعوبة في تحريك القضبان داخل الثقب بسبب تراكم فتات
التربة وكذا إذا أريد الحصول على عينة من التربة يجب تنظيف الثقب من
الفتات الذي به ويكون ذلك بواسطة (ماصة الحماة) شكل ٦٠ و شكل ٦١
أو بما يسمى (غلاف المثقب) شكل ٦٢

(ماصة الحماة) - عبارة عن أنبوبة قصيرة مفتوحة من أعلا ولها صمام
مركب بمفصلات Hinges عند أسفلها كما هو مبين بالشكل ٦٠ وهذا الصمام
يفتح ويقفل من تلقاء نفسه عند تشغيل الماصة ويتصل بأعلا الماصة قضيب
قصير له شعبتان مبرشتان في قمة الماصة والقضيب مقلوظ من أعلاه لامكان
وصله بوصلات القضبان فعند ما تصدم الماصة التربة التي بقاع الثقب يفتح
الصمام ويدخل الى الانبوبة الفتات الذي بالثقب ثم يقفل الصمام وعند رفع
الماصة يبقى الصمام مقفلا
الحصول على العينات

وللحصول على الفتات الذي بداخلها يصير قلبها Overturning وسكب
ما بداخلها من الفتحة التي بأعلاها وتستعمل في التربة المشبعة بالماء
وإذا أريد استعمالها لمص فتات تربة جافة فيصير سكب ماء في الثقب ويجب
أن لا يبلغ في مقدار الماء المنسكب بل يكون بالقدر الذي تستدعيه الحالة
وفي الحالات التي يستعمل فيها سكب الماء لتسهيل عمل الكواسير فلان فتات
التربة اذ ذاك يكون مختلطاً بالماء تستعمل ماصة الحماة للحصول على الفتات
الذي بداخل الثقب

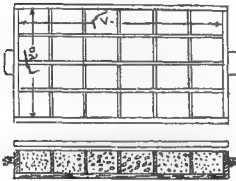
وتشغل ماصة الحماة بأن ترفع ثم تترك لتسقط في الثقب ثم تدار بالمقبض
أو الزرجينة عند ما تصل الى قاع الثقب

غلاف المثقب

ويستعمل لنفس الغرض غلاف المثقب Anger Shell وهو عبارة عن أنبوبة مشقوقة عند أسفلها وتشغل بنفس الطريقة التي تشغل بها ماصة الحماة ويصير تفريغ التربة من شبك في أعلاه كما هو مبين بالشكل ٦٢ وتستعمل نفس الطرق السابق شرحها لزيادة عدد القضبان أو لفكها

صندوق العينات

وعند الحصول على التربة التي بداخل الماصة أو الغلاف يصير وضعها في صندوق خاص كعينة من التربة والصندوق مبين بالشكل ش ٦٤



صندوق للعينات
شكل ٦٤

طريقة استعمال المثقب

أما المثقب نفسه فطريقة تشغيله هي أن يرفع ثم يسقط داخل الثقب ثم يدار بالمقبض أو الزرجينه الى أن يغوص بكامل طوله في التربة ثم يرفع وتتؤخذ التربة التي بداخله كعينة

فاذا ظهرت عقبات في طريق المثقب

كجلود أو صخرة طارئة أو جذوع أشجار أو خلافة فيجب العمل على اختراقها والتخلص منها بمثابرة وعناد فان تعذر ذلك والتبس الامر على المهندس بأن ظنها طبقة صخرية صماء فعليه ان يترك هذا الثقب ويقوم بعمل ثقوب أخرى بالقرب منه للتأكد من نوع العقبة التي صادفته

واذا كان الثقب داخل غلاف فيمكن للمهندس ان يتخلص من العقبة اذا

ثبت له أنها ليست طبقة صخرية بواسطة المواد الناسفة Dynamite إما اذا كان الثقب بغير غلاف فعليه ان يتأكد قبل استعمال المواد الناسفة ان استعمالها لا ينشأ عنه انهيار الثقب

استعمال الكواسير

وطريقة استعمال الكواسير مماثلة تماماً لطريقة استعمال المثقب

ويجب ان يكون المهندس حريصا في الحصول على عينات عند كل تغيير في طبقات التربة وإذا رأى كشف الحالة بوضوح تام فعليه أن يأخذ أكثر من عينة واحدة لكل طبقة

ويمكن للخير أن يشعر بكل تغيير في الطبقات من حركة الكاسور وصوته ويجب ان يكون المهندس لبقا في اختيار العينات فلا يشغل نفسه بأخذ كل ما يخرج من الثقب

وصف صندوق العينات — ثم توضع العينات التي ينتخبها المهندس داخل صندوق العينات السابق ذكره وهذا يكون عادة من خشب ابعاد نحو ٧٠ سم × ٣٥ سم ومن سمك نحو ١ سم وله غطاء بنفس الابعاد والصندوق مقسم الى جيوب لوضع العينات فيها ومجهز بيدين لرفعه منهما ويصير وضع قطع من الورق Labels على جوانب الصندوق أو على الفواصل التي بين الجيوب أو في السطح الاسفل للغطاء كل ورقة تشير الى العينة التي تمثلها وبها وصف تام لهذه العينة والعمق الذي وجدت عليه ويجب أن تكون الكتابة ظاهرة لا تسمى حتى يرجع اليها عند كل مناسبة

عمل مسقط أفقي وقطاعات ورصد البيانات

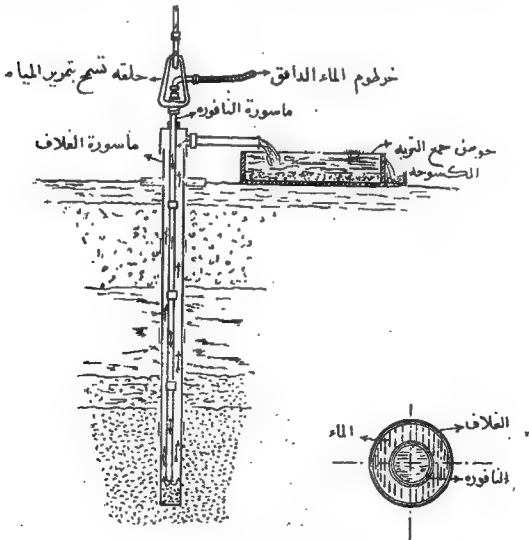
ويجب بيان مواقع الثقوب على مسقط أفقي وتميز الثقوب وكذا تعمل قطاعات للثقوب تبين نوع الطبقات ومناسبتها ويعمل كشف كاسابق بيانه في حالة الاختبار بالجلس بقضيب ويشمل نفس الحانات السابق شرحها ما عدا خانة طول القضيب قائمها تمل

الثقب بواسطة كسح التربة

هذه الطريقة ليست باهظة التكاليف خصوصا اذا كانت طبقات التربة التي تملو الصخور الصماء من الانواع السهلة المفككة كالطين والطين والرمال والحصى وتستعمل عادة لاعمق غايتها نحو ٣٥ مترأ فإذا صادف الثقب بهذه الطريقة مواداً يتعذر كسحها بالماء الدافق كالحصى

الغليظ والجلاميد والصخور فيلزم استعمال الكواسير أو المثاقب الدوارة والالجهزة والادوات اللازمة لكسح التربة تتكون من ماسورة قطر ١٢ أو ١٠ تسمى النافورة وتتصل بخراطوم Hose الى طلبية لنقل ماء دافق تحت ضغط كبير من الطلبية الى الثقب داخل غلاف من الصلب ذي قطر أكبر من قطر النافورة حتى يتسنى للتربة المكسوحة ان تجدد فراغا وكذا الماء الراجع للخروج منه الى أعلا الغلاف بين ماسورة النافورة وجسم الغلاف ش ٦٥ وش ٦٦ وللاعماق الصغيرة تستعمل طلبية يد ونافورة من قطر ١٠ وغلاف من قطر ٣ وذلك اذا كانت التربة ذات جبات من حجم صغير

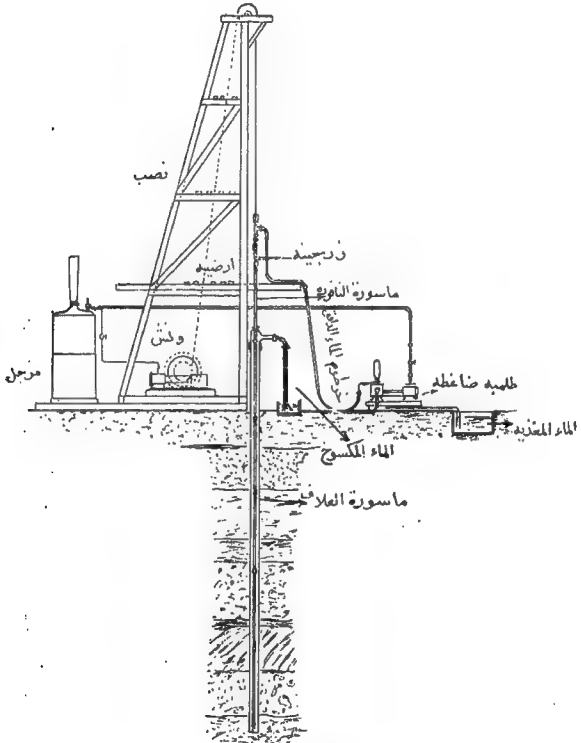
فاذا كانت جبات التربة من حجم كبير يتعذر مرورها من الفراغ الموجود



شكل ٦٥

شكل ٦٦

بين النافورة والغلاف مع الابعاد السابقة وكذا اذا كانت التربة مندمجة
الحبات كالحصى المتماسك والطين المندمج المتماسك Compact فتستعمل طلمبة
تدار بالقوى المحركة ويكون تصرفها من ١٠٠ الى ٣٠٠ جالون في الدقيقة



طريقه التقيب بواسطة كسح التربة بالماء الدافق

تحت ضغط من ١٠٠ الى ٢٠٠ رطل على البوصة المربعة
ويستعمل نصب وآلة رافعة كالسابق شرحهما في حالة الثقب بالكاسور أو
الثقب لناولة الغلاف ودقه اذا استدعى الحال ولتعليق النافورة ايضا ويتصل
الخراطوم بالنافورة بواسطة حلقة تسمح بتمرير المياه منها
Water Swivel كالمينة بالشكل ٦٥

طريقة العمل

ويبدأ العمل بدق الغلاف دقاخفيفا ثم توضع النافورة بداخل الغلاف
ثم تضغط المياه فكل فراغ يحدث تحت قدم الغلاف بسبب كسح التربة
الى اعلا ينشأ عنه تفويص الغلاف تحت تأثير ثقله وقد تستعمل الزرجينة
للمساعدة في تفويص الغلاف اثناء عملية الكسح

فاذا وجدت صعوبة في انزال الغلاف فيصير الدق عليه بمطرقة ثقيلة
من الخشب وكلما غاص الغلاف يضاف اليه وصلات اخرى ويجب ملاحظة
جعل النافورة تحت قدم الغلاف دائما لتكسح التربة من تحته اذا سمحت
حالة التربة بأن يكون قوامها متماسكا ولا تحوى مياه كثيرة كالطين مثلا
اما اذا كانت التربة من الرمال والحصى الغير متماسك فلا يمكن في هذه
الحالة أن تسبق النافورة قدم الغلاف بل يجب ان يكون قدم الغلاف تحت
النافورة حتى لا تنساب المياه الى هذه الطبقات فيمتنع كسح التربة التي في الثقب
وذلك اذا سمح للنافورة ان تسبق الغلاف وبذا تنكشف مثل هذه الطبقات
فاذا صادف الثقب جلاميدا كبيرة او صخورا طارئة او عوائق اخرى
فيصير معالجتها بالمثابرة على استعمال الماء الدافق والزرجينة فان وفق
المهندس فيها والا فعليه ان يستعين بالكواسير او المواد الناسفة للتخلص
من العقبة

طريقة اخذ العينات

وطريقة أخذ عينات في حالة الكسح هي بجمع الماء الراجع وما يحمل
معه من تربة في حوض مجهز باب Sluice Door ش ٦٥ لغرض تفريغه وتنظيفه

فعند العمق الذى يراد اخذ عينة من التربة تدار الفوهة المتصلة بالغلاف عند اعلاه لخروج الماء الراجع منها بحيث تصب الماء الراجع فى حوض العينات ويأخذ المهندس من الماء الراجع والتربة القدر الذى يكفى لأن يكون عينة ثم تدار الفوهة بعيداً عن الحوض وبعد ان ترسب المواد المعلقة فى الماء الذى بالحوض يصير جمعها وفحصها وتوضع العينات فى صندوق العينات السابق وصفه

ولما كانت العينات التى يحصل عليها بهذه الوسيلة لا تفى بالغرض المطلوب دائماً فيحسن الحصول على العينات بواسطة (ماصة الحماة) عند الاعماق التى يراد اخذ العينات منها وعمق الطبقات يعرف عادة من طول النافورة الذى بداخل الغلاف

رصد البيانات — ثم يعمل كشف بالبيانات التى يحصل عليها كالكشف السابق فى حالة الكواسير تماماً

عمل مسقط وقطاعات

ويعمل المسقط الاقصى والقطاعات السابق بيانها

وقد يستعمل الثقب بطريقة الكسح لعمق ما ثم يستدعى العمل استعمال الكواسير أو المثاقب اذا كانت طبيعة الأرض تتطلب ذلك فيصير اخراج النافوره واستعمال الكواسير وقد يستدعى الحال اعادة استعمال طريقة الكسح وفى هذه الحالة أيضاً يصير أخذ العينات وعمل كشوف البيانات ورسم المساط الاقصى والقطاعات كالسابق تماماً

المثاقب الدوارة

طريقة المثاقب الدوارة مبنية على الحركة الدورانية لاذاة حادة مستديرة تسمى التاج Crown ومفرغة من وسطها لتلقى عينات طبقات الارض بهذا الفراغ وتختلف هذه الطريقة عن طريقة الكواسير فى أنها لا تسحق الارض

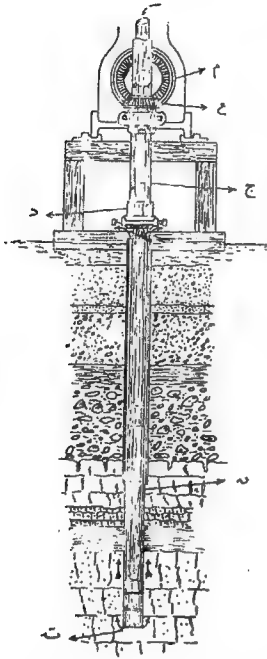
ولكن تخترق التربة بطريقة الطحن Grinding حول جزء اسطوانى من التربة يبقى سليماً ويرفع داخل اسطوانة خاصة، قالب، لآخراجه كعينة لمعرفة نوع الطبقات وتتابعها بحالة واضحة

وتكون العينة على شكل القالب Core وهذه الطريقة لاتصلح الا فى الارض المتماسكة والصلبة القوام كالصخور الصماء أو ما يماثلها وفى الثقب على الاعماق الكبيرة فى الصخور فهى أنسب وأوفر الطرق ويجب ملاحظة سكب الماء دائماً على التاج الذى يقوم بقطع العينة ويستعمل فى هذه الطريقة نوعان من الآلات

- ١ — الآلة ذات التاج الماسى Diamond Crown
 - ٢ — الآلة ذات التاج المصنوع من الصلب Steel Crown وهو على جملة أشكال والنوع الاول أغلا فى الثمن من النوع الثانى
- الآلة ذات التاج الماسى — مجهزة بالادوات الآتية والميينة فى الشكل ٢٨

ت — التاج الماسى وهو متصل بقضبان مفرغة مرموز لها بالحرف « د »
م — المثقب Drill وتمر منه القضبان المفرغة داخل انبوبة « ج » تشغل بواسطة تعشيق مسننة (ع) Bevel Gearing — وبواسطة جلبه رابطة chuck « د » يمكن ربط الانبوبة ج مع القضبان المفرغة وجعلهما يدوران معاً كجسم واحد وبذلك ينقلان هذه الحركة الدورانية الى التاج وأما دفع التاج داخل الارض فيكون بواسطة الاسطوانة المفرغة والمجهزة بتعشيق دافعة خاصة Feed Gear

فعند ما تدار الآلة يمتدح التاج الارض وينشأ عن ذلك قطع جزء اسطوانى من طبقات الارض يكون ذا قطر أصغر قليلاً من القطر الداخلى للتاج وهذه القطعة الاسطوانية من التربة تدخل اسطوانة خاصة بها تكون جزءاً من القضبان المفرغة وبذلك يمكن استخراج العينة والاسطوانة التى تتلقى العينة تسمى القالب او (اسطوانة العينة) Core Barrel



مشق دوار ذو تاج ماسي

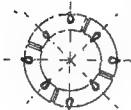
شكل ٦٨

ويجب سكب ماء من طلبية اذا كان العمل في صخور صماء لغرض كسح الفتات الذي حول الثقب وتنظيف التاج فيتسرب الماء بعد عملية التنظيف في الفراغ الموجود بين القضبان والثقب فإذا كان الثقب سيخترق في الجزء الاعلا طبقات قوامها ضعيف فيجب انزال غلاف في هذا الجزء من ارتفاع الثقب بواسطة الدق بمطرقة او بواسطة النافورة

وفما يلي سنشرح كل قطعة من قطع الآلة على حدة تفصيلا وكذا باقى الاجهزة اللازمة للعملية ووظيفة كل منها

التاج — هو اهم اجزاء الآلة وهو عبارة عن اسطوانة من الصلب ويكون في النهاية السفلى من القضبان وقطره أصغر قليلا من قطر الثقب المراد عمله ومتصل بغلاف العينة Core Shell بقلا ووظ شكل ٦٩ والتاج الماسي مجهز بقطع من الماس في نهايته السفلى الغرض منها طحن الارض وقطع اسطوانة منها

وهذه الماسات تسمى بالماسات السوداء ولونها اما أسود أو أخضر أو أسمر ويختلف حجمها في الطبيعة من قطع صغيرة الى ٥٠٠ قيراط وهي صلبة ومتينة والقطع المعتاد استعمالها في التاج يكون حجمها من قيراط الى أربعة قيراط وعددها ثمانية يوضع أربعة منها في الحافة الداخلية للتاج والاربعة الاخرى في الحافة الخارجية وتبرز قطع الماس قليلا عن



شكل ٦٩

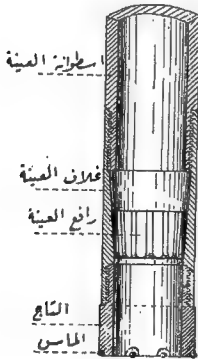


شكل ٧٠

سطح التاج لتكون الفراغ اللازم
لمرور المياه بين التاج والصخور
وتعمل مجارى للياه في المسافات
التي بين المسافات Water Grooves
على النهاية السفلى للتاج وكذا في
سطحيه الداخلى والخارجى كما هو
مبين بالشكل ٦٩ لفرض السماح للماء
الدافق من الطليبة بعمل دورته
لتبريد التاج أثناء العمل.

والشكلين ٧١ و٧٢ يبينان الاجزاء الخاصة بتلقى العينة ورفعها فشكل ٧١
يبين قطاعا فيها وشكل ٧٢ يبين واجهة

غلاف العينة — Core Shell عبارة عن ماسورة رقيقة من الصلب مقلوطة
وتكون فوق التاج مباشرة ومخروطية الشكل من الداخل ومتصل بها من أعلا
اسطوانة العينة Core Barrel بواسطة قلاووظ ش ٧٣

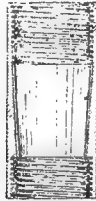


شكل ٧١



شكل ٧٢

رافع العينة — يستعمل لمسك العينة والمحافظة عليها أثناء رفعها من الثقب وهو عبارة عن حلقة من الصلب الرقيق مشقوقة كالملين بالرسم ش ٧٤ وشكلها



علاف العينة
شكل ٧٣



رافع العينة
شكل ٧٤

كالخروط الناقص ومحفور على سطحها مجارى للسماح بمرور المياه وفي أثناء عملية الثقب يدفع رافع العينة الى أعلا بتأثير دفع العينة له ويدخل الرافع بذلك فى الجزء الاعلا والمتسع من غلاف العينة ولا يلبث أن يرفع حتى ينزلق ثانية الى أسفل بفعل ثقل العينة أو الدفع الى أسفل الناشئ على القضبان عند ذلك يمسك الرافع بنهايته السفلى الضيقة على العينة باحكام ويتسبب عن ذلك قطع العينة تحت أسفل الرافع مباشرة ثم ترفع القضبان ويبقى الرافع قابضا على العينة أثناء الرفع

القالب أو اسطوانة العينة — Core Barrel عبارة عن اسطوانة مفرغة من

الصلب متصلة مباشرة بغلاف العينة بواسطة فلاووظ وطولها عادة نحو ٣٠٠ متر ومتصلة عند اعلاها بازدواج مفرغ Hollow Coupling مع القضبان وفى أثناء عملية الثقب تدخل العينة الى الاسطوانة وبعد رفع القضبان يمكن فك الاسطوانة من القضبان والحصول على العينة التى بداخلها ويكون قطر

العينة عادة اصغر من قطر الاسطوانة وذلك نظرا لأن المحيط الموضوعة عليه الماسات اصغر من المحيط الداخلى للاسطوانة

القضبان - عبارة عن انابيب مفرغة مصنوعة من الصلب تختلف أطوالها من ٣٠٠ متر وتصل بعضها بازديادات مفرغة كما هو مبين بالأشكال ٧٥ و ٧٦ و ٧٧

وقد يصادف المهندس عقبات أثناء دق الغلاف في التربة الرخوة

فلذلك تجهز الآلة بكواسير مفرغة كالمبين أشكالها بالرسم ٧٨ لتسمح للماء الدافق ليساعدها في عملية التكسير والتخلص من العقبات

سداد الرفع

Lifting Swivel or Hoisting plug.

يستعمل لتعليق القضبان أثناء عملية الرفع أو الانزال وهو عبارة عن قضيب قصير قطاعه سداسي ومقلوظ عند أسفله ويجهز في أعلاه بحلقة من الصلب لتوضع في خفاف حبل الونش شكل ٧٩

حلقة الماء - Water Swivel تستعمل لوصل



شكل ٧٥



شكل ٧٦



شكل ٧٧



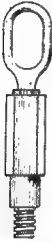
كواسير مفرغة

شكل ٧٨

خرطوم الطلبية الى القضبان ومجهزه بمنزقة Gland محكمة لا ينفذ منها الماء

ويسمح معها للقضبان بأن تدور بينما تكون الحلقة والخرطوم في حالة سكون وتصل حلقة الماء بأعلا القضبان

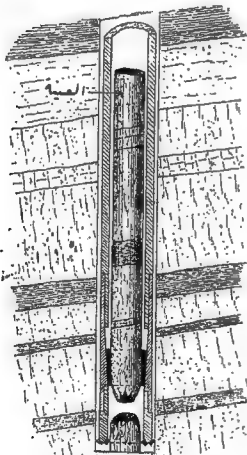
مسالك الأمان - Safety Clamp يمسك القضبان من تلقاء نفسه ويحمل ثقل القضبان عند تعليقها وهو مكون من فكيين قويين من الصلب ضمن إطار من الحديد وموضوعين بحيث يفتحان تحت تأثير الدفع إلى أعلا بواسطة القضبان ويقفلان تحت تأثير الشد إلى اسفل وعند تركيبه في القضبان يشتغل من تلقاء نفسه ويؤمن معه عدم حدوث اضرار للقضبان بسبب قطع حبل الونش العينة - تكون عبارة عن اسطوانة بقطر اصغر قليلا من



قطر القالب كما هو مبين بالشكل ٨٠

المثاقب الآلية الدوارة Power Drills - تجهز بآلة

Engine وتعشيق تروس وونش وهذه الثلاثة اجزاء مجمعة شكل ٧٩



المنقب بواسطة التاج الماسي

شكل ٨٠

تكون المثقب والصورة الفوتوغرافية ش ٨١ تبين مثقبا آليا دوارا

عملية الثقب - اهم ما يجب ملاحظته

هو ازالة الغلاف حتى تصل قدمه الى

ما تحت سطح الصخور الصماء حتى

يتمتع انهيار التربة الرخوة داخل

الثقب وكذا يتمتع تسرب المياه الى

الطبقات الرخوة ثم يوضع المثقب

الدوار فوق الغلاف ثم يوصل التاج

ورافع العينة باسطوانة العينة ويصير

انزال هذا الجزء داخل الثقب ثم

توصل القضبان بالسداد الرافع

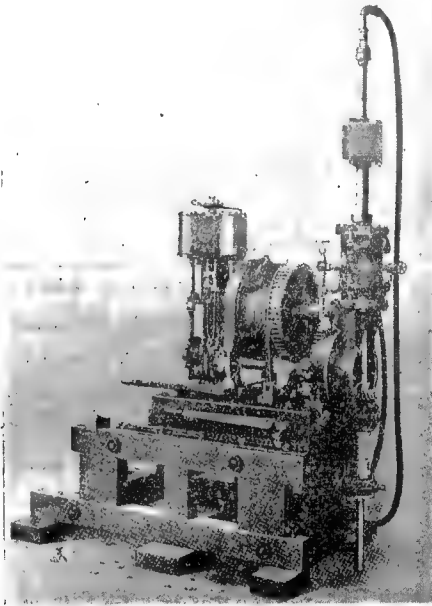
ويخطاف الونش

الآلة ذات التاج المصنوع من الصلب

اما المثاقب المجهزة بتيجان من

الصلب فتشبه تلك المجهزة بتيجان

من الماس ومبين بالشكل ٧٠ نوع من تيجان الصلب مسنن كأسنان المنشار وقد يستعمل بدلا من الماس قطعاً صغيرة من الحديد الصلب Chilled Steel Shot وهذه القطع توضع تحت التاج الخاص المسمى Shot crown والنقش



شكل ٨١

بالمثاقب الدوارة يكون عادة لغاية عمق ١٣٠ مترا

عمل مساقط وقطاعات

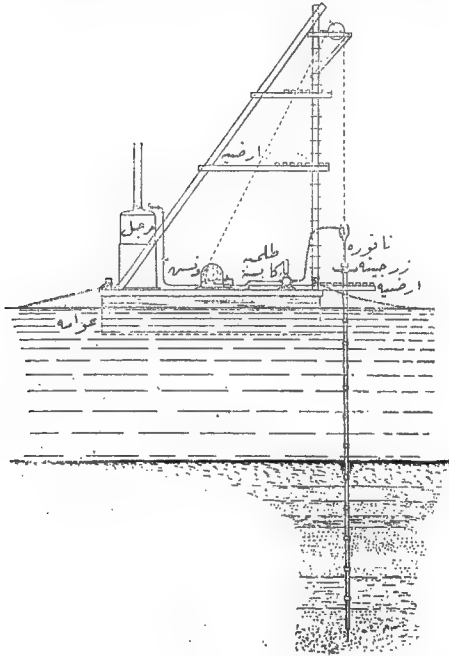
وبعد الحصول على العينات يصير عمل المساقط والقطاعات السابق شرحها

رصد البيانات

وعمل الكشف من واقع البيانات التي إصار الحصول عليها

الثقب تحت الماء

ويستعمل الثقب بكل الوسائل السابقة تحت الماء كاقواح الانهار كما يستعمل على الارض اليابسة تماما فقط يكون في الحالة الأولى من مرآكب أو عوامات تثبت في الموقع تماما والشكل ٨٢ يبين مركبا وعليه آلات الثقب



شكل ٨٢

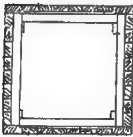
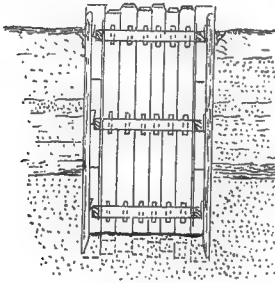
استعمال غلافات مختلفة الاقطار في داخل بعضها

وفي كل حالات الثقب اذا تعذر انزال الغلاف بسبب الاحتكاك الناشئ من تراكم التربة حوله فيصير ادخال غلاف من قطر أصغر وهذا الأخير

يسهل انزاله بواسطة التغويص أو الدق نظر لأن قوة الاحتكاك حوله أصغر من قوة الاحتكاك حول الأول ويصير النزول بهذا الغلاف الصغير إلى أن يتعذر انزاله أيضا فيستعمل غلاف آخر من قطر أصغر وهكذا إلى أن يصير الوصول إلى المنسوب المطلوب

حفر الاختبار

حفر الاختبار تكون عادة بأبعاد لا تقل عن ١٥٠ م × ١٥٠ م من الداخل وتسد جوانبها بشدة من الخشب ش ٨٣ وتعمل بغرض كشف



حفرة اختبار

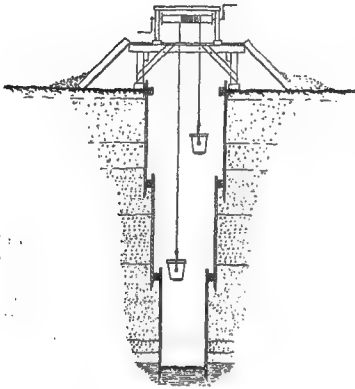
شكل ٨٣

طبقات التربة ومعرفة أنواعها وكيفية تكوينها من حيث اسماء الطبقات وميولها واتجاهاتها وظواهرها الجيولوجية الأخرى ومنسوب المياه الجوفى ويعمل الحفر إلى المنسوب الذى يرى التأسيس عليه فإذا روى أن تكاليف العمل تكون باهظة فيصير النزول بالحفرة إلى عمق مناسب ثم الثقب من داخلها بأحدى الطرق السابق بيانها حتى الوصول إلى طبقة من التربة تصلح للتأسيس عليها وسنين بأسباب فى الباب السادس طرق شد جوانب الحفر وأنواعه وحساب أخشاب الشدة

ويجب أن تكون ألواح الشدة رأسية تماما وأى عوائق تصادف الألواح يجب ازالتها أما بالحفر أو

بالكسر أو بالنسف ويرفع ناتج الحفر بغلقان أو دلاء تدلى بحبال للملأ ثم تجذب بواسطة الرجال إلى سطح الأرض أو بواسطة إحدى الآلات الرافعة فى حالات الحفر الذى عمقه أكبر من ٤ أمتار وإذا وجدت مياه بالحفر فأن كانت قليلة فيمكن التخلص منها برفعها

بالدلاء ش ٨٤ وإذا زادت كمية المياه فيستعمل أى نوع من انواع الطلبات يناسب كمية المياه وعمق الحفر ويلاحظ أن تكون يارة الطلبية Sump على منسوب أوطى من منسوب قاع الحفرة



شكل ٨٤

وإذا وجد أن المياه كثيرة بدرجة يخشى معها إذا استمر النزح بواسطة الطلبات القوية من انهيار الشدة

فيجب العمل على تقليل كمية مياه الرشع بالبحث عن مصدرها ومعالجة ذلك باحدى الطرق الناجعة فتستعمل القلطة عند اتصال الواح الشدة فأذا لم يفد ذلك يصير دق صندوق من الستائر الخشبية

المعشقة Sheet piles داخل صندوق الشدة وعلى بعد منه ثم ملء الفراغ الذى بين الصندوقين بطين مخلوط Puddled Clay أو بحرساة اذا استدعى الحال ذلك وفى مثل هذه الحالة اذا أريد الحفر لعق أكبر فتعمل طبقة الشدة السفلى من ستائر حديدية ويلزم المحافظة على اخشاب الشدة أثناء ازالتها لاستعمالها ثانية وتؤخذ عينات من طبقات التربة التى تخترقها حفرة الاختبار وتحفظ داخل صناديق العينات

ويجب تدوين كل البيانات الخاصة بالعينات فى كشف كالمسابق يئانه ويجب قياس ميل الطبقة فى اربعة جوانب الحفرة وأخذ المنسوب الذى تظهر عليه المياه الجوفية وكمية المياه التى ترفع كل ساعة ثم تعمل قطاعات للحفر وعند البدء فى دق الاخشاب يعمل نصب مرتفع مركب من حاملين وارضية ليقف عليه الرجال لدق الألواح الرأسية اذا كان ارتفاعها فوق سطح الأرض كبيراً

الباثالث

اختبار التربة بالدق وبالتحميل

لايكفى للحكم على قوة تحمل تربة ما ومعرفة مقدار قابليتها للانضغاط ومقدار مرونتها Elasticity أن يصل المهندس الى معرفة نوع التربة من البيانات التي يحصل عليها كنتيجة للباحث الجيولوجية وفحص العينات التي تستخرج من حفر الاختبار وثقوب الجس

بل يجب على المهندس أن يعمل تجارب تحميل على نفس التربة التي سينشئ عليها منشأته ويقيم أساساته ليعرف مقدار أقصى ضغط تتحمله هذه التربة لوقت كبير دون حدوث أى هبوط أو مع حدوث هبوط منتظم يمكن السماح به في الحالة موضوع الاختبار بشرط أن تستقر التربة فلا يزيد هبوطها مع مضي الزمن وأى هبوط غير متساو وغير منتظم يجب أن لا يسمح به. وينجب كنتيجة له اما تغيير التصميم أو رفض الموقع لانه وان كان المهندس الحخير بشئون الاساسات يمكنه أن يعرف نوع التربة عند معاينة عينات منها في الطبيعة أو بالرجوع الى المتاحف الجيولوجية وفحصها ومقارنتها بالعينات الموجودة بالمتاحف الا انه لا يمكنه أن يقدر قوة تحمل التربة موضوع الاختبار حتى لو رجع الى نتائج تجارب تحميل سابقة على تربة مماثلة والتقدير من واقع نتائج سابقة غالبا ما يكون خاطئا نظرا للظروف الخاصة الملازمة لكل حالة على حدة

من ذلك يتضح أنه من المحتم عمل تجارب تحميل لكل عملية أما الاساسات القليلة الغور كاساسات المساكن العادية وما شابهها فيكفى بالحكم عليها معرفة نوع التربة من حفر الاختبار والرجوع لقوة تحمل المثل ومن تجارب التحميل يمكن معرفة مقدار الحمل الذي تقوى التربة على حمله

دون حدوث هبوط أو مع حدوث هبوط لا يخشى معه على سلامة المبنى المقام على التربة ويمكن استعمال هذا الحمل بعد قسمته على معامل أمن كاف لتصميم الاساسات وتقدير ابعادها

وبما أن المنشآت اما أن تقام على أساس يوضع في ارض تحفر وتكشف لهذا الغرض واما أن تقام على ارض غير مكشوفة كأن تكون على خوازيق أو علب Piles or Caissons أو خلافة

ولما كان الاختبار يجب أن يكون في ظروف كظروف الحالة التي سينشأ عليها المبنى تماما فيمكن تقسيم التجارب الى قسمين

الاول — الاختبار المباشر وهو الذى يعمل على ارض مكشوفة

الثانى — الاختبار الغير مباشر وهو الذى يعمل على ارض غير مكشوفة

الاختبار المباشر

يجب قبل البت فى اختيار الطريقة التى ستتبع فى عمل الاختبار دراسة جميع الظروف المحيطة بالعمل لانه يحتمل وجود صعوبات قد تعيق استعمال طريقة معينة كأن تكون الارض التى سيقام عليها الاساس محصورة أو ضيقة أو تكون الطبقة المراد تحميلها على عمق كبير من سطح الارض فاذا كانت الارض غير محصورة ولا ضيقة وكانت الطبقة المراد اختبارها على عمق صغير من سطح الارض فيمكن عمل تجربة التحميل على مسطح كبير وحيث أن ذلك يتعذر فى حالة الاعماق الكبيرة والمسطحات الضيقة سيما وان كانت قوة تحمل التربة كبيرة

ففى مثل هاتين الحالتين يستعمل التحميل على قاعدة صغيرة لتقليل مقدار حمل التجربة

ومن المعتاد استعمال قاعدة مربعة ابعادها ٣٠ سم × ٣٠ سم فى مثل الحالتين المتقدمتين ولو أن ذلك لا يأتى بنتيجة صحيحة لانه كلما زاد سطح التحميل وقارب مسطح الاساس فى المقدار كلما كانت النتيجة أقرب الى ما يحدث فعلا على التربة بعيد انشاء البناء من ضغوط بسبب ثقل المبنى والاحمال الحية

والمستدبة الاخرى

واذا أمكن عمل التجربة على سطح مساو لسطح الاساس فان النتيجة تكاد تلس المقادير الفعلية للضغوط الحقيقية ولكن تكاليف ذلك تكون باهظة خصوصا اذا كان سطح الاساس كبيرا

ومهما تكن الطريقة التى يرى المهندس حسب ظروف العمل أن يتبعها فى عمل تجارب التحميل فيجب أن توضع قاعدة التحميل مباشرة على التربة التى سيصير التأسيس عليها وتعمل قاعدة التحميل عادة متينة وتكون من الحديد الزهر أو من الخرسانة

وأبعاد القاعدة تتوقف على مقدار حمل الاختبار ويعتبر عادة ضعف حمل الأمان المفروض

قاعدة التحميل

والمعتاد عمل قاعدة التحميل مربعة وأبعادها ١٢٠ سم × ١٢٠ سم متر اذا سمح سطح الارض ومنسوب التربة موضوع الاختبار بذلك ويجب أن توزن قاعدة التحميل بحيث يكون سطحها أفقياً تماماً

مواد التحميل

وأما مواد التحميل فيجب أن توضع بحيث توزع على القاعدة بانتظام وبالتساوى ويجب أن لا تبرز عن سطح القاعدة فى أى جهة من جهاتها وتكون عادة من القضبان الحديدية أو الطوب أو الأحجار المنحوتة أو الشكائر الملائى بالرمال ويجب أن توزن هذه المواد بحيث تكون أفقية تماماً وفى حالة استعمال مواد يخشى من سقوطها أو انهيارها مثل الاحجار فيجب احاطتها بصندوق من الخشب

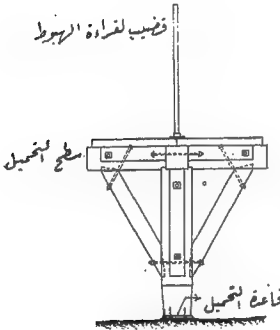
ولتسهيل عملية المناولة أثناء التحميل وكذا أثناء رفع الاحمال من فوق القاعدة يعمل نصب ذو ثلاثة شعب يجهز بونش يدوى

سطح التحميل

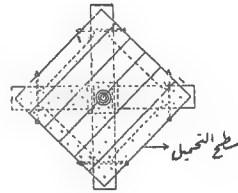
وفى حالة التحميل على قاعدة مسطحها ٣٠ سم فى ٣٠ سم يجب عمل سطح

تحميل أكبر من الخشب وعادة تكون أبعاده $٢٠ \times ٢٠ \times ١$ م يحمل على قائم من الخشب يقام فوق قاعدة التحميل ويكون أعلاه تحت مركز سطح التحميل تماما وتكون أبعاد قطاع القائم ٣٢×٣٢ سم ويقل عند قدمه إلى ٣٠×٣٠ سم أى يكون مسطحة عند أسفله كسطح القاعدة تماما

وتكون قاعدة التحميل في هذه الحالة من الصلب سمك ١ وتثبت في القائم بحاويطات وقد يعمل القائم وكذا قاعدة التحميل مستديرين ويجب ملاحظة جعل القائم رأسيا تماما وسطح التحميل يعمل من ألواح من الخشب تثبت في أربعة كتل خشبية ١٠ في ١٠ وتقوى بدعامات هـ في هـ مائلة كالشكل ٨٥ و ٨٦



شكل ٨٥



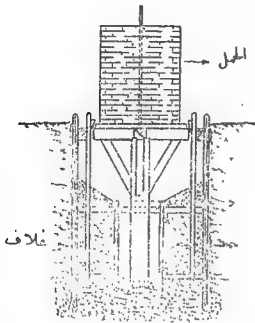
شكل ٨٦

ويجب سند جوانب الخندق أو الحفرة التي يعمل عليها الاختبار بشدة من الخشب

طريقة التحميل على تربة من النوع الذى يرتد

وإذا كانت التربة من النوع الذى يرتد داخل الحفرة بتأثير ضغط التربة خارجها أو من النوع الذى يتقوس كاهو الحال في بعض أنواع التربة ففي مثل هاتين الحالتين يجب احاطة القائم بغلاف أو صندوق والردم بين السطح

الخارجي للغلاف أو الصندوق والشدة السائدة لجوانب الحفرة وتلك مواد الردم حتى تتساوى في الصلابة مع التربة العادية شكل ٨٧



وقد يكون الغلاف من الخشب أو من المواسير الفخار الحجرى او المواسير المعدنية في حالة القوائم المستديرة

التحميل داخل حفر الاختبار

وفي حالة التحميل على قاع حفر

اختبار تعمل الحفر مربعة ابعادها

٢٤٠ متر في ٢٤٠ متر وتشد

جوانبها وتوضع الواح رأسية

تثبت داخل مدادات الشدة بحيث

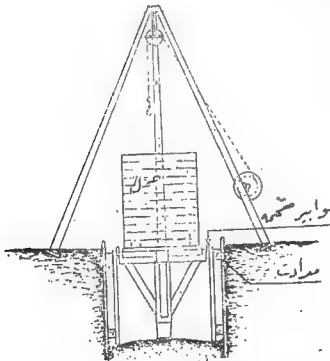
ينزلق عليها سطح التحميل اثناء

الهبوط الناشئ عن التحميل

طريقة التثبيت في تربة من النوع الذى يريد

شكل ٨٧

ويكون بين الالواح وبين سطح التحميل خواير مشحمة ش ٨٨



طريقة التحميل على عمود صغير

شكل ٨٨

ويلاحظ التخلص من أى

مياه تظهر في الحفر أما بواسطة

صرفها أو رفعها بطلببات كما

يلاحظ جعل سطح التربة افقيا

تماما وتنظيفه قبل وضع قاعدة

التحميل عليه

التحميل بالضاغط المائى

وفي حالة اختبار التربة لتقوية

أساس قديم Under Pinning

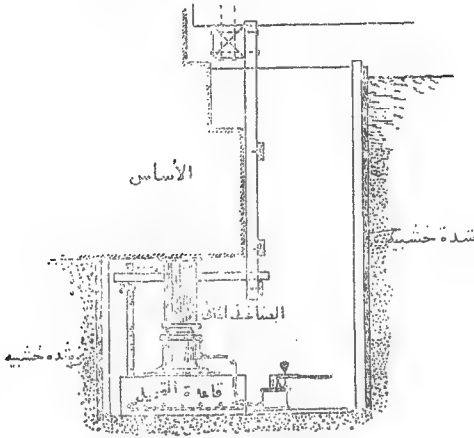
وكذا في الاعماق الكبيرة

والمسطحات الضيقة تستعمل

طريقة الاختبار بالضاغط

المائى Hydraulic Jack ش ٨٩

ويكون ذلك بتغويض الحفرة الى العمق الذى سيوضع عليه الأساس او



طريقة التثبيت بواسطة الضاغط المائي

شكل ٨٩

عمل خندق الى هذا العمق وصب كتلة خرسانية مسلحة او عادية لوضع
الضاغط المائي عليها ويحسب الحمل من قراءة (مقياس ضغط) Manometer
الضاغط المائي مضروبا في قاعدة الكباس Ram مع احتساب ١٠ ٪ فاقد في
الاحتكاك في الجهاز

واستعمال الضاغط المائي يقتصر على الحالات التي يتعذر معها التثبيت
بالاحمال العادية

قراءة الهبوط

ولقراءة مقدار الهبوط يثبت سيخ من الصلب في القاعدة أو في سطح
التحميل ويكون طوله كافيا لأن يظهر دائما فوق قمة الحمل فان كان الحمل
كبيراً جداً وارتفاعه لا يسمح بقراءة مناسب السيخ فتعمل علامة على سطح

التحميل او على القائم الذى تحته وتقرأ مناسب هذه العلامة بميزان Level
احمال الاختبار

تحمل القاعدة اولاً بحمل الأمن المفروض دفعة واحدة ولكن بانتظام
وبعد فترة انتظار يزداد الى هذا الحمل أثقال حتى ان يصل الى نحو ضعف حمل
الأمن المفروض مع فترات انتظار بعد كل اضافة على الحمل
اهمية فترات الانتظار

وفترات الانتظار بين الحمل الأول والاضافات التى تليه لها اهمية كبيرة
لأن أكثر الهبوط يحدث عادة فى الاوقات التى يترك فيها الحمل فى حالة هدوء تام
مدة فترات الانتظار

وفترات الانتظار تكون عادة من يومين الى ثلاثة ايام حتى يسمح للتربة
أن تستقر تحت تأثير الحمل الذى عليها والحمل النهائى والذى يقدر عادة
بضعف حمل الأمن المفروض يترك من اربعة الى ثمانية أيام أو أكثر اذا
رؤى ضرورة ذلك لاستقرار التربة

واذا كانت التربة لا تستقر فى فترات الانتظار العادية عقب كل زيادة
فى التحميل فيجب اطالة فترة الانتظار الى ان تستقر التربة فلا يزداد الحمل
حتى يقف الهبوط لأنه يحتمل أن تكون التربة قد وصلت الى نقطة المطاوعة
Yield Point او اصبحت قريبة منها

مقاس الهبوط

ويقاس مقدار الهبوط اثناء عملية التحميل كل ٦ ساعات أو ١٢ ساعه
أو ٢٤ ساعة وقد يقاس مقدار الهبوط على ازمته اقصر اذا رؤى ضرورة
لذلك

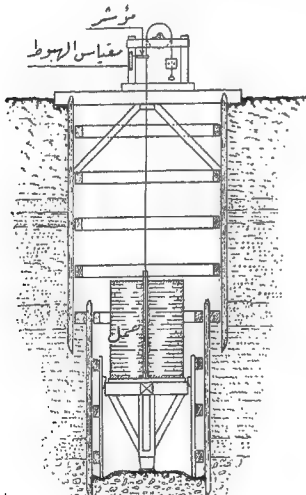
ويلاحظ اخذ قراءه مقدار الهبوط عند الانتهاء من وضع الحمل الاولى
ومن وضع كل اضافة عليه وكذا عند الانتهاء من الحمل النهائى

استعمال الميزان فى مقاس الهبوط

يقاس الهبوط عادة بواسطة الميزان من رويير ثابت وقريب من الموقع

ولكن يلاحظ ان لا يكون قريبا بدرجة يتأثر معها بالهبوط من عملية الاختبار وتؤخذ القراءات كما سبق ان اسلفنا على السليخ الحديد او على سطح التحميل

اما في الاعماق الكبيرة فن الانسب ان يوصل احد طرفي سلك من الصلب الى الطرف الاعلى للسليخ المثبت بالقاعدة بواسطة صامولة ويمرر هذا السلك على طنبور او بكرة عديمة الاحتكاك Frictionless مقاومة على سطح الارض ويعلق بالطرف الآخر للسلك ثقل ويجهز هذا السلك بمؤشر من النحاس أو الصلب يثبت بواسطة مسامير قلاووظ ويثبت على قائم مستقل مقياس مدرج يثرك عليه طرف المؤشر وبذلك يمكن قراءة الهبوط ش ٩٠



طريقة التحميل في الحقل العميق

شكل ٩٠

رصد القراءات

ونائج القراءات الدالة على الهبوط يعمل بها كشف يشمل خانات يبين فيها التاريخ وميعاد القراءة ومقدار الحمل وقت القراءة ومقدار الهبوط الحادث بين القراءات ومقدار الهبوط الكلي ووصف عملية التجربة التي عملت

الخطوط البيانية

ويلاحظ اضافة ثقل قاعدة التحميل وكذا سطح التحميل الى حمل التجربة ومن واقع هذه الكشوف تعمل خطوط بيانية عن النتائج بين الحمل والهبوط والوقت وكذا يعمل خط بياني يبين مقدار الهبوط

أثناء قرات الانتظار وخط آخر يبين العلاقة بين الحمل والهبوط ومن تلك الرسومات

يمكن استخراج نقطة المطاوعة وهي النقطة التي يكون الهبوط متناسبا مع الاحمال لغايتها ويزيد الهبوط بعدها زيادات لا تتناسب مع اضافات الاحمال حمل الأمن — ومن المعتاد عمليا أن لا يعتبر حمل الأمن اكبر من نصف أو ثلثي الحمل عند نقطة المطاوعة اذا كان الهبوط الذي يحدث لغاية نقطة المطاوعة مما يسمح به بدون الأضرار بالمشثات موضوع الاختبار ومن المعتاد أن يفرض حمل الامن على الطين الصلب الجاف مساو من ٣٢ طن الى ٣٨ طن على المتر المربع

تأثير العوامل الجوية - يلاحظ وقاية مواقع الاختبار في الارض المكشوفة من المؤثرات الجوية كالا مطار واختلاف درجات الحرارة والرطوبة لأن هذه العوامل قد تغير خواص التربة المكشوفة وتكون النتائج التي يحصل عليها خاطئة

ولذا يجب أن يحتاط لذلك بتغطية الموقع واجهزة الاختبار والتخلص من اى مياه بصرفها او رفعها بطلبات

واذا وجد ان اثر العوامل الجوية كبيرا بحيث انه لا يمكن وقاية الموقع فيوقف التحميل واتمام التجربة الى ان يعود الجو سيرته الاولى

فاذا كانت التربة من التي تتغير خواصها تغييرا كبيرا تحت تأثير العوامل الجوية فينبغي ترك الموقع معرضا بغير تغطية وقتا طويلا ودراسة ما يطرأ على التربة من التغيرات بينما تكون التربة محملة بأقصى حمل

وقد يكون من نتائج تجربة من هذا القبيل ان تربة ذات قوة تحمل كبيرة وكذا مقاومتها للانضغاط تكون كبيرة عند بدئ تعرضها للجو تصبح قوة تحملها وكذا مقاومتها للانضغاط اقل بكثير مما كانتا عليه في اول الامر

وقد يكون ذلك بعد مضي مدة قصيرة على تعرضها وقد تستمر التربة في الهبوط تحت تأثير اقصى حمل الى وقت طويل

الاختبارات الغير مباشرة

الاختبارات الغير مباشرة - تكون على الارض الغير مكشوفة والى يعمل فيها.

الاساس للمنشآت اما بواسطة دق خوازيق او تغويص علب Caissons او آبار Cylindres وهذه كلها يعبر عنها عادة بالاساسات العميقة Deep Foundations لأنه يصير النزول بها اما الى طبقة صخرية صماء على عمق كبير او الى منسوب يكون معه العمق كافيا لمقاومة الحمل بالاحتكاك والبيانات الاولى للحصول على منسوب تلك الطبقات وعلى عينات منها يكون بطريق حفر الاختبار والثقب السابق شرحها وفيما يلي سنشرح اجراء عمليات الاختبار لقوة تحمل كل من الخوازيق والآبار والعلب

خوازيق الاختبار

يمكن الحصول على البيانات الخاصة بقوة تحمل الخازوق من سلوك الخازوق اثناء دقه وانزاله داخل الارض

وقد عملت لذلك جملة قوانين من واقع البيانات التي صار الحصول عليها اثناء عملية الدق ولكن نظراً لتباين نتائجها تبايناً كبيراً ولخطأ تلك النتائج في احوال كثيرة فالطريقة المثلى للوصول لمعرفة قوة تحمل الخازوق هي بتحميله في نفس التربة التي سيقام عليها الاساس وكذا المعرفة مقدار قابلية التربة للانضغاط ومقدار مرونتها

وسنشرح القوانين الخاصة بقوة تحمل الخوازيق واسباب نتائجها الخاطئة في الباب العاشر الخاص بالخوازيق ودقها ويمكن بناء على ما تقدم تقسيم التجارب على الخوازيق الى قسمين

(١) تجارب دق (٢) تجارب تحميل

تجارب الدق - يجب ان تدق خوازيق الاختبار في نفس الظروف التي ستدق فيها الخوازيق الحاملة للاساس فاذا كان المنوى عند عمل الاساس الحفر الى عمق معين سواء بامالة جوانب الحفر او بسدء بشدة خشبية فيجب اتباع المثل في دق خوازيق الاختبار

واذا كان المنوى دق خوازيق الاختبار في مجاميع فيعمل الاختبار على مجاميع من الخوازيق مماثلة لمجاميع خوازيق الاساس والا فتعمل مجاميع

التجارب مكونة من ٤ خوازيق على شكل مربع المسافة فيه بين محوري كل خازوقين في ضلع واحد ٩٠ سم وذلك لان نتائج التجارب على مجاميع تختلف عن نتائج التجارب على خازوق مفرد

وكذا يراعى أن تكون خوازيق الاختبار من نفس مادة خوازيق الاساس ومن ابعاد وأشكال مماثلة لابعاد وأشكال خوازيق الاساس وان يكون الدق بطريقة واحدة ونسشرح بأسهاب طرق دق الخوازيق في الباب العاشر

ويجب عدم الاعتماد على النتائج التي يصير الحصول عليها من دق خازوق واحد لانه نظراً لعدم ضمان تجانس التربة في الموقع ولاحتمال ماقد يحدث لخازوق واحد من تلف أثناء دقه بسبب الافراط في الدق Over Driving أو مصادفة عقبات فيجب دق جملة خوازيق اختبار للوصول الى نتائج يمكن الركون اليها

ومن المفيد بعد دق جملة خوازيق اختبار نزع بعض الخوازيق التي كان دقها شديداً لمعاينتها والاطمئنان على سلامتها وذلك لضمان سلامة البناء الذي سيشتيد فوقها ونسشرح في الباب الخاص بالخوازيق طرق نزعها من التربة

اعادة الدق على خوازيق الاختبار - الخوازيق التي تدق في تربة رخوة

تزداد قوة تحملها زيادة كبيرة بعد مضي فترة من الزمن على دقها

اما في أنواع التربة الصلبة فان زيادة قوة تحمل الخوازيق بعد مضي فترة على دقها أقل من نظيرتها في حالة التربة الرخوة وللتأكد من النتائج التي صار الوصول اليها أثناء دق الخازوق وبالاخص في حالة ارتياب المهندس في ذلك يجب اعادة الدق على الخوازيق بعد مضي فترة عشرة ايام على الاقل من دقها ويحدد عدد الضربات بعشرين ضربة تقريبا وتدق في نفس الظروف وبفس الطريقة التي دقت بها آخر مرحلة Stage في دق الخازوق في المرة الاولى ثم يقاس معدل الاختراق للضربة الواحدة

فاذا ما اعطت نتيجة الاختبار الثانية معدل اختراق أقل من نظيره في الحالة

الاولى فيمكن اعتبار حمل الامن للخازوق اكبر وبالاخص اذا اعطت نتائج تجارب التحميل بمقادير مماثلة
رصد الاختراق

تعمل علامة على جسم الخازوق تبعد عن قدمه بحيث انه عند وضع قامة Staff على هذه العلامة واخذ القراءة بميزان يكون محور النظارة قريبا من قدم القامة عند بدء الدق وتقرأ النظارة صفرا تقريبا وكلما دق الخازوق تؤخذ قراءة العلامة بالميزان ومن ذلك يعرف مقدار الاختراق ويلاحظ أن يكون وضع الميزان في مكان بعيد عن موضع الخازوق وأن يثبت جيدا حتى لا يتأثر بالدقات وإذا دفنت هذه العلامة داخل التربة أثناء الدق فتعمل علامة أخرى للقراءة عليها وهكذا

ويلاحظ وضع القامة رأسيا ويجتنب أخذ القراءات على رأس الخازوق نظرا لنزوعها للتلف أثناء الدق

وبعد ان تثبت قدم الخازوق في التربة يبدأ بأخذ قراءات عن كل عشرين ضربة وعند الاقتراب من درجة الامتناع Refusal يصير اخذ القراءات عن كل عشر دقات

ويجب التحقق من ضبط الميزان بقراءة الروبير الثابت بين آن وآخر وبالاخص عند الاقتراب من درجة الامتناع

ويجب ملاحظة سلوك الخازوق بين آن وآخر للتأكد من سلامته وإذا حصل اى تلف برأسه فيجب قطعها واعادة تطويقها بطوق حديدي لحمايتها من دق المطرقة وخصوصا قبل المرحلة الأخيرة من الدق

رصد البيانات

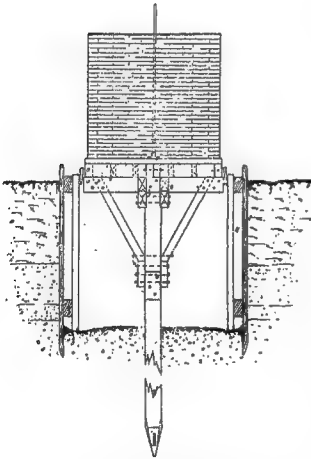
ويجب ان يرصد المهندس بياناته في دفتر مبين فيه الخانات الآتية
نمرة خازوق الاختبار ونوع المطرقة ومقدار السقطة Drop وعدد الضربات وقراءة الميزان والوقت ومقدار الاختراق Penetration وعدد الدقات اللازمة للاختراق كل قدم وخانة للملاحظات

عمل الرسوم البيانية

ومن واقع هذه البيانات يعمل المهندس رسماً بيانياً بين عدد الدقات ومقدار الاختراق ويوضح عليه كل اختلاف في سقطات المطرقة

الاختبار بالتحميل - لا يبدأ بتجارب التحميل الا بعد مضي ١٠ أيام من دق الخازوق حتى تكون التربة التي حوله قد انهارت وتماسكت حول جسم الخازوق وقد تزداد الفترة اذ ارؤى ضرورة ذلك وفي بعض أنواع التربة يرتد الخازوق ويرتفع بعد دقه ويستمر في الارتفاع مدة فيجب عدم بدء عملية التحميل الا بعد استقراره

التحميل على خازوق مفرد - يقطع الجزء التالف من الخازوق ويعمل سطح خشبي للتحميل عليه شكل ٩١ فوق رأس الخازوق إن كانت الخوازيق خشبية



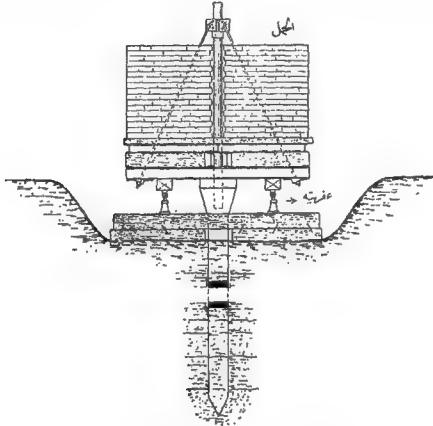
طريقة الاختبار بالتحميل على خازوق خشبي

شكل ٩١

اما في حالة الخوازيق الخرسانية فيعمل سطح التحميل من خرسانة مسلحة على كمرات حديدية شكل ٩٢ - أما التحميل على مجاميع فيشبه التحميل على خازوق مفرد شكل ٩٣ وشكل ٩٤ ولا مكان قراءة الهبوط يثبت بوسط سطح التحميل قضيب أوسع من الحديد يكون طوله بحيث يبرز فوق أعلا مواد التحميل أو بواسطة قراءة علامة على سطح التحميل أو تحته ضبط الاحمال الكبيرة

عند تحميل خوازيق الاختبار باحمال كبيرة اذا لم تبدل العناية اللازمة لضبط الاحمال

والمحافظة عليها من السقوط فان ارواح العمال تكون عرضة لخطر جسيم .
وعليه يجب ملاحظة جعل الاحمال مترنة دائماً وفي مثل هذه الأحوال
يحمل سطح التحميل عادة بصفة مؤقتة على خواير قوية من الخشب أو على
عفاريت شكل ٩٢ Screw Jacks ترتكز على كتل من الخشب وذلك اثناء
وضع الاحمال وعند ما يقرب الانتهاء من كل مرحلة من مراحل التحميل يصير



طريقة الاختبار بالحمل على خازوق خرصاني

شكل ٩٢

فك الخواير أو العفاريت تدريجياً لضمان بقاء الاحمال مترنة وقبل القاء الحمل
على رأس الخازوق او مجموعة الخواير أى قبل ازالة الخواير او العفاريت
تماماً يصير التأكد من اتزان الحمل وتوزيعه توزيعاً منتظماً
وتحمل خواير الاختبار تدريجياً بمعدل عشرة طن في اليوم الى ان يصل
الحمل الى حمل الامن المفروض ان تصمم عليه الخواير وبعد مضي فترة من
الزمن نحو يومين او ثلاثة ايام ترأب فيها حالة الخازوق تحت تأثير هذا الحمل
فاذا كان الخازوق قد استقر ووقف هبوطه يزداد الحمل بزيادات بينها فترات
انتظار الى ان يصل مقدار الحمل الى ضعف مقدار حمل الامن

وبعد ذلك يترك الخازوق تحت تأثير هذا الحمل لمدة ٧ او ١٠ ايام يراقب الخازوق أثناءها

فاذا وجد بعد اضافة احدى الزيادات ان الخازوق بهبط هبوطا مفرطا ويستمر في ذلك فيوقف التحميل عند هذا الحد لان هذا يكون دليلا على أن التربة قد حملت فوق قدرتها

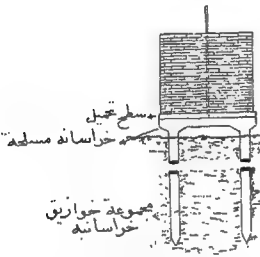
ويجب ملاحظة عدم دق خوازيق في جوار خوازيق الاختبار لانه يتسبب عن ذلك زيادة مقدار الهبوط

أما الخوازيق التي صار انزالها بطرق أخرى خلاف الدق كما هو الحال في الخوازيق التي يصير انزالها بواسطة النافورة وحدها أو بواسطة Water Jet أو بواسطة النافورة والدق معاً أو بواسطة العفريت المائي فيصير اختبارها لقوة التحمل بتحميلها أو بضغطها بعفريت مائي واختبارات التحميل بمائلة للسابق شرحها ويقاس مقدار الهبوط في حالة التحميل

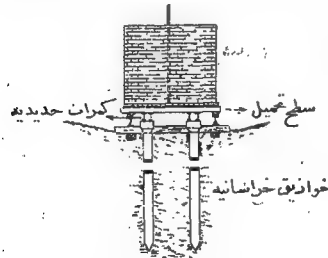
الخوازيق بنفس الطرق السابق شرحها في الاختبار المباشر الا انه يجب ان تؤخذ قراءات أثناء ازالة الاحمال أيضاً عن سطح التحميل لانه في بعض

الحالات تنزع الخوازيق الى الارتداد أثناء وبعد رفع الاحمال عنها وذلك لخاصية المرونة التي في التربة وفي مادة الخازوق وهذه الظاهرة لها أثرها في الاساسات المعرضة لتغيرات في مقادير الاحمال الحية والمستديمة Live & Dead Loads

ومن المعتاد في المنشآت الكبيرة الدائمة أن يعتبر حمل الامن على الخوازيق



شكل ٩٣



شكل ٩٤

الخرسانية والخشبية التي صار دقها بحالة ملائمة بمعدل اختراق للعشرة دقائق الأخيرة مقداره ١ كآنه ٥٠ في المائة الى ٦٧ في المائة من حمل الاختبار الذي يتولد عنه هبوط نهائي تدريجي مقداره $\frac{1}{2}$ بعد فترة انتظار مقدارها ١٠ أيام. فإذا كان انزال الخازوق بغير طرق الدق وكان حمل الاختبار ضعيف حمل الامن المفروض فمن المعتاد أن يعتبر حمل الامن كآنه مساو نصف حمل الاختبار اذا كان الهبوط تحت تأثير هذا الحمل لا يزيد عن $\frac{1}{8}$ بعد فترة انتظار مقدارها ١٠ أيام

وقد تعطى اختبارات التحميل نتائج مبالغ فيها وأكبر كثيراً من حمل الامن المفروض والخبرة وحدها هي التي تمكن المهندس من اختيار حمل أمن ملائم لكل حالة

ويلاحظ أن لايزيد حمل الامن المفروض عما يسبب جهداً أكبر من جهد الضغط المسموح به المادة الخازوق

أنابيب الاستكشاف Exploratory Tubes

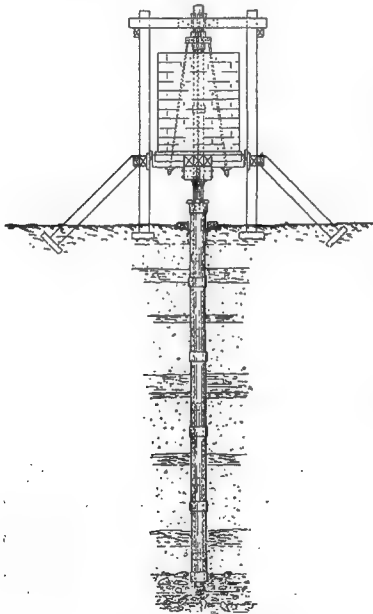
قد تستعمل أنابيب لاستكشاف التربة وبالاخص في الاماكن الضيقة المساحة وفي تنكيس الاساسات العميقة التي يحتاج تنكيسها الى عناية كبيرة لمنع تقلقل التربة المقامة عليها وطريقة الاستكشاف هي أن تغوص أنبوبة من الصلب من قطر كبير الى المنسوب المطلوب ثم تعمل تجارب تحميل لمعرفة قوة تحمل التربة وقابليتها للانضغاط من داخل الانبوبة بواسطة أنبوبة ذات قطر أصغر ويوضع حمل الاختبار على سطح تحميل كالسابق شرحه. وقد عملت تجارب بواسطة هذه الطريقة لاعماق غايتها ١٧ متراً

وتكون الانابيب الخارجيه من الصلب من قطر ١٦ تقريباً ومن سمك $\frac{1}{4}$ وطول ١٥٠ متر للقطعة وتوصل بازدواجات مقلوطة Screw Coupling

وتغوص بواسطة النافورة الى الطبقة المرغوب اختبارها أو بواسطة النافورة مع مساعدة الدق بمطرقة تزن نحو ١ طن وذات سقطات قصيرة أو تستعمل مطرقة بخار مزدوج الاثر Double Acting ذات شوط يختلف من ٢٠ الى ٣٠ سم. فإذا لم يسمج الفراغ حتى باستعمال هذه المطرقة فيستعمل عفريت مائي وتجهز

الانابيب التي تنزل بطريقة الدق بقدم محدد

أما الأنبوبة الصغيرة التي توضع بداخل الانبوبة السابق شرحها فتجهز بقدم مسطح Flat يرتكز على التربة وتعمل هذه المواسير من صلب ثقيل ومن قطر نحو ١٠ وتوصل ببعضها بازديجات والقطعة السفلى مجهزة بقدم قوية من الصلب أو الزهر كقاعدة تحميل مقواة باضلع Ribs في أعلاها ومسطحة تماما عند أسفلها لكي ترتكز على التربة بكامل مسطحها لغرض توزيع الحمل تحت القاعدة بانتظام . وفي وسط القاعدة ثقب قطره نحو ١ ١/٢ لاستعمال النافوره المائية من



داخله ومسطح قاعدة التحميل بعد استنزال مسطح الثقب يساوى قدما مربعا ويوضع سطح التحميل على رأس الانبوبة الداخلية ش ٩٥

وهو مكون عادة من اربعة كتل خشبية ١٢ في ١٢ وطول ٨ موضوعة متعامدة على بعضها والاثنان السفليان منها يرتكزان على شفة مجهزة بها رأس الانبوبة الداخلية وعلى الكتل تلويحة من الخشب وقد تستعمل

طريقة التحميل على انبوبة اختبار

كمرات حديديه بدلا

من الكتل الخشبيه وأطراف الكتل او الكمرات شكل ٩٥

ترتكز على اربطة مائلة متصلة برأس الأنبوبة ويجب المحافظة على أفقية سطح التحميل

ومواد التحميل تكون عادة عبارة عن كتل من الزهر ثقل الواحدة نحو طن واحد ومجهزة بعيون اتصال لرفعها منها ووضعها فوق سطح التحميل بواسطة بكرة وكتلة Block & Tackle معلقة بالنصب المحيط بسطح التحميل ش ٩٥ واستعمال الكتل الثقيلة هو لغرض عدم اشغال فراغ كبير فإذا سمح الفراغ الموجود باستعمال مواد أخرى فتستعمل

عملية الاختبار - قبل ادخال الأنبوبة الصغيرة يصير تنظيف قاع الأنبوبة الكبيرة من مواد التربة التي قد تكون دخلتها أثناء عملية التفويض أو الانزال حتى يمكن انزال قاعدة التحميل المتصلة بالانبوبة الصغرى تحت القدم المحدد للانبوبة الخارجية

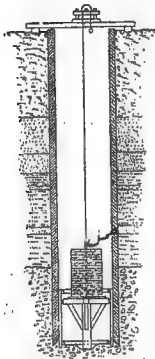
ومن المهم أن ترتكز قاعدة التحميل على التربة الاصلية وإذا تعذر ذلك بسبب ارتداد التربة الخارجية داخل الأنبوبة الخارجية فيصير نحر القاع تحت قدم الأنبوبة الخارجية بواسطة النافورة ثم انزال الأنبوبة الداخلية الى الارض الاصلية ويجب المحافظة على رأسية الأنبوبة الداخلية

ثم تجهز هذه الأنبوبة بسطح التحميل ويبدأ بوضع كل ٢ طن دفعة واحدة حتى يصير الوصول الى مقدار حمل الامن المفروض وتقرأ مقادير الهبوط ثم يسمح بفترة انتظار مقدارها ثلاثة أيام ثم يزداد الحمل بزيادات مقدارها ٣ طن الى أن يصل مقدار التحميل الى ضعف حمل الامن مع فترات انتظار مقدارها ٣ أيام بين كل زيادة والتي تليها

وقد يزداد الحمل الى نقطة المطاوعة ثم يعقب الحمل النهائي فترة انتظار مقدارها من ٧ الى ١٠ أيام وتؤخذ قراءات عند ازالة الاحمال أيضاً
آبار وعلب الاستكشاف Explortory Cylinders & Caissons عند ما

تستعمل آبار وعلب للاستكشاف يوضع التحميل على سطح يحمل اما مباشرة على التربة التي تكشف بقاع البئر أو العلبة وأما أن يكون التحميل غير مباشر بأنه

يوضع على سطح فوق انبوبة تركز بقاعدة تحميل على التربة المكشوفة
العلب الجافة - عندما يكون قاع البئر جافا أو قليل البلل فلا يوجد صعوبة
غالباً في عمل التحميل المباشر وذلك باستعمال سطح تحميل مسطح قاعدة قدم مربعاً
شكل ٩٦ ويجب قبل وضع سطح التحميل تنظيف القاع وتسويته حتى يكون
قدم القائم Centre Post تحت قدم العلبة



تحميل على برءاذه

شكل ٩٦

ويجب المحافظة على ائزان سطح التحميل بقوائم
خشبية متصلة بجوانب البئر ومجهزة بمجاري حديدية
مشحمة جيداً لتزلق عليها السكاكين التي باطراف
سطح التحميل وتقرأ مقادير الهبوط بمد شريط
أو سلك من الصلب مربوط بالقضيب الذي تؤخذ عليه
القراءات وموصل الى بكره عند سطح البئر شكل ٩٦
ويجب ملاحظة أخذ مناسب للبئر نفسه بعد كل
قراءة لمقدار الهبوط وذلك لتبين حالة القاع ومعرفة
حدوث زحف أو خلافة

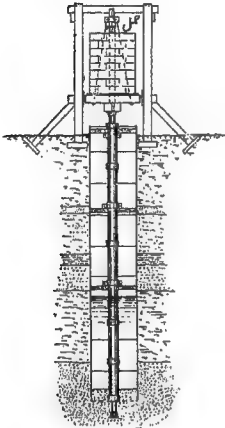
الآبار والعلب الغير جافة - للعلب والآبار التي
لا يمكن تجفيفها تماماً بنزع المياه منها يصير اختبار
التربة بواسطة انبوتين كما سبق أن شرحنا في انابيب
الاستكشاف فتغوص الانبوبة الخارجية الى ما تحت

منسوب قاع البئر وتحفظ في موضعها بواسطة كباسات Struts مؤقتة توضع بين
جسمها وجسم البئر ثم يصير التحميل كما في حالة انابيب الاستكشاف تماماً
كما هو مبين بالشكل ٩٧

وقد تختبر آبار وعلب الاساسات اثناء تغويصها باحدى الطريقتين السالفتين
للتحقق من الوصول الى طبقة ذات قوة تحمل وقابلية للانضغاط يكفيان لحل
الضغوط المصنعة عليها

فاذا وجد ان قاع العلبة قد وصل الى طبقة كهذه فلا داعي للتغويض اكثر
من ذلك

وبواسطة آبار وعلب وأنابيب الاستكشاف يمكن معرفة العمق الذي يجب ان
تصمم عليه آبار وعلب التأسيس
اختبار الآبار والعلب التامة البناء



تحميل على بئر ماو

شكل ٩٧

في المنشآت الهامة يصير ملء آبار أو
علب من النوع الذي سيستعمل أساسا
للبناء بنفس المواد ونفس النسب التي
ستملأ بها الأخيرة ثم يصير اختبارها
بتحميلها بالطرق السابقة لمعرفة قوة
تحملها

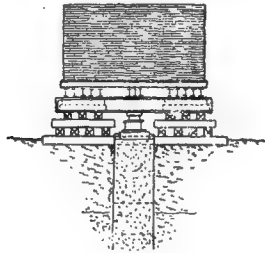
وفي مثل هذه الحالة يجب استئزال
مقدار الاحتكاك الجانبي الذي يمكن
حسابه من البيانات التي يحصل عليها أثناء
التغوير بالقوانين الخاصة بذلك من وزن
البئر مضافا اليه الحمل الواقع على البئر
فاذا كانت قاعدة البئر معرضة لضغط
المياه الى أعلا كان تكون طبقة

التربة التي تحتها تسمح بمرور المياه Permeable فان البئر تعتبر كأنها معومة
ويستئزل من الوزن الكلي مقدار قوة الرفع الى أعلا Uplift المسببه عن ضغط
المياه على قاعدة البئر والذي يمكن حسابه من ارتفاع المياه في البئر قبل ملئها
بالخرسانة

وسنئين حساب ذلك في الباب الخامس اما اذا حبست المياه عن قاع البئر بسبب
وجود طبقة لا تنفذ منها المياه Impermeable فانه يستئزل وزن التربة والمياه
التي حل محلها جسم البئر أى التي حجمها كحجم البئر
ومن المتبع اهمال حساب الاحتكاك الجانبي في الآبار الغير عميقة نظرا لعدم
ضمان بقاءه

اما في الآبار العميقة فيدخل ضمن الحساب جزء من الاحتكاك الجانبي حول

الجزء الأسفل من جسم البئر
أما قوة الرفع الى أعلا فتدخل ضمن الحساب بكامل مقدارها لأن عملها
دائم الا أنه قد ينشأ عن ضغط بعض انواع التربة الحاملة للماء بسبب تغويص
آبار مجاورة للبئر موضوع الاختبار أن ينخفض منسوب الماء بها فيجب اذن
عند ادخال قوة الرفع ضمن الحساب مراعاة الدقة والتأني
فاذا كان شكل أو ابعاد البئر لا تسمح بالتحميل المباشر فوق البئر فيصير وضع
حمل التجربة على سطح تحميل مستقل بين من كمرات خشبية أو حديدية أو منهما معا



طريقة اختبار عليه صناديق الخرسانة

شكل ٩٨

وهذا السطح ينقل الاحمال الى عقرت مائي موضوع على سطح البئر ومجهز
بكمرة تحميل تحت سطح التحميل شكل ٩٨
ويجب قراءة الهبوط أثناء التحميل مع السماح بفترات انتظار بين كل زيادة
والتي تليها ثم يصير رصد وتوقيع مقادير الهبوط كما في الحالات السابقة.

الباب الرابع الحفر للاساسات

بعد عمل الجسات أو الثقوب اللازمة ومعرفة عينات طبقات التربة وعمل تجارب التحميل وتصميم الاساس يبدأ باعداد وتنظيم مرقع العمل قبل البدء بالحفر فيصير اختيار طريقة الحفر وتجهيز الادوات والآلات اللازمة لها وكذا عدد الانفار ووسائل النقل وذلك بعد دراسة الموقع والظروف الملازمة له كنوع تربته ومسطح الحفر والارتفاع الذى سيرفع اليه ناتج الحفر والمسافة التى سينقل اليها

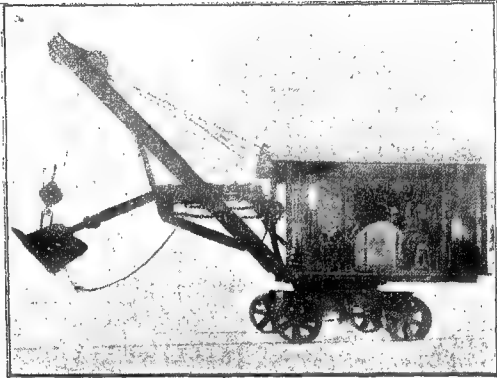
فان كانت التربة سهلة والارتفاع قليل ومسافات النقل قصيرة فيستعمل فى الحفر الفأس أو الكريك ويستعمل فى النقل الغلق والايدى العاملة أما التربة الصلبة فتحتاج الى أدوات خاصة لتفكيكها ويتوقف نوع الادوات اللازمة لتفكيكها على درجة صلابتها واندماجها فالرملية المتماسكة مثلاً تحتاج فى تفكيكها الى المجراث اذا سمح مسطح العمل باستعماله والا فيصير معالجتها بالكريك فى حالة الخنادق الضيقة وفى الصخور القابلة للصلاية وما يماثلها فتستعمل الأزمه أو العتلة لتفكيكها وفى الصخور الصلبة فتستعمل المناقب والمواد الناسفة كالبارود والديناميت واللغم

وتستعمل الكراكات Dredgers فى الحفر تحت الماء مثل اقواص الانهار والترع التى لا تجف

الحفر بالآلات مركبة

وقد تستعمل آلات مركبة للقيام بعمليات الحفر والتفكيك ورفع ناتج الحفر ونقله حسب مقتضيات العمل وفيما يلى نورد ذكر بعض هذه الآلات وشرحها

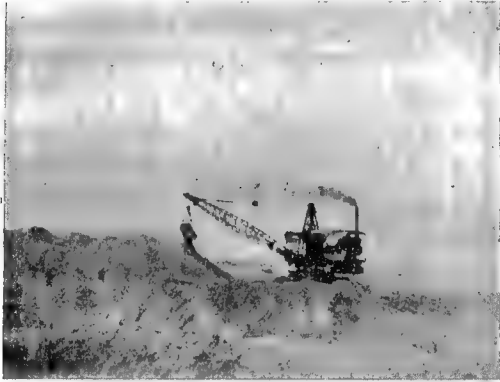
الجرافة Scraper — فقد تستعمل جرافة تشغل باليد أو بالهائم
الجاروف الآلي Power Shovel — عبارة عن عربة مركب عليها آلة بخارية
وونش وقب يمر على بكرات عند رأسه حبل معدني متصل بطنبور الونش
ومتصل من طرفه الآخر بجاروف متصل بالقب بذراع يتحرك حركة
دورانية حول مفصلة وتركب هذه الاجهزة على صينية فوق العربة حتى يمكن
ادارتها في كل اتجاه والعربة نفسها مجهزة بعجل بحيث يمكن تحريكها من مكان
الى آخر على قضبان حديدية والآلة البخارية تقوم بتشغيل الونش وادارة
الصينية وتحريك العربة والصورة الفوتوغرافية شكل ٩٩ تبين ذلك



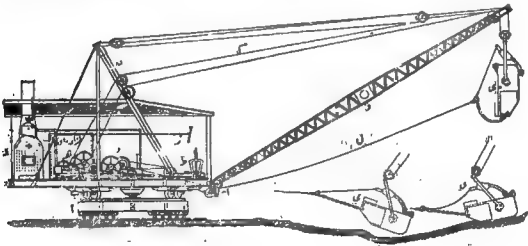
شكل ٩٩

آلة الحفر الجرافة Drag Line — تشبه الجاروف الآلي من حيث
الاجهزة المركبة منها الا انه بدلا من اتصال الجاروف مع القب بذراع فانه
يدلى من البكرة التي في أعلا القب بحبل طويل ويتصل الجاروف بحبل آخر
يمر عند أسفل القب ويتصل بطنبور الونش ويمكن للعربة أن تتحرك على

سطح الارض بغير قضبان حديدية
وطريقة التشغيل هي ان تتحرك العربة وتسحب معها الجاروف بالحبل
فيحفر التربة ويملا أثناء سيره وبعد أن يتم ملؤه يصير رفعه بالونش والقاء
ناتج الحفر في المكان المخصص لذلك والصورة الفوتوغرافية شكل ١٠٠
وكذا الرسم شكل ١٠١ يبينان ذلك



شكل ١٠٠



شكل ١٠١

والرموز المبينة على الشكل ١٠١ هي

- ١ — الاطار الاسفل
- ب — صينية
- و — مرجل
- ل م — حبال توصل الجاروف بالآلات
- ن — بكرات
- و هـ — الآلات المحركة والرافعة
- ز م ط — رافعتين لتشغيل وضبط الآلات
- ى — الجاروف — القب

تنظيم العمل

وعلى تنظيم العمل وتقرير الخطة التى تتبع ثم دقة الملاحظة أثناء تنفيذ هذه الخطة تتوقف سرعة نجاح العمل والاقتصاد فى نفقاته
فيجب أن يكون المهندس نشطا ومتنبها وحسن التصرف فى تلافى ما قد يفاجأ به من الصعوبات الغير منظورة
ملاحظة الدقة فى تنفيذ الرسومات

وعليه أن ينفذ التصميم حسب الرسومات تماما من حيث الابعاد والميول وعند ما يرى ضرورة لشد جوانب الحفر بالخشب فيجب عدم التهاون فى ذلك لان أى تهاون يتسبب عنه انهيار التربة فيختل نظام العمل وتزداد تكاليفه فضلا عن تعرض أرواح العمال للخطر ويجب ملاحظة نقل ناتج الحفر للموقع المعد لذلك

ميول جوانب الحفر — يلزم أن يراعى فى تصميم جوانب الحفر أن لا تعمل على زاوية مع الافق أكبر من زاوية الشو Angle of Repose ويراعى عمل مساطيح عند ما يصل الحفر الى عمق يستدعى ذلك وفى مصر يكفى أن يكون الميل $\frac{1}{2}$ بما فى ذلك المساطيح واما ناتج الحفر فيجب أن يلقى خارج هذا الميل بمسافة كافية لمرور العمال ونقل المواد ووضع أدوات واجهزة الحفر وحتى لا يتقل ناتج الحفر على الميول فيسبب انهيارها

زيادة ونقص حجم التربة بسبب حفرها وإعادة ردمها

كل أنواع التربة عند حفرها تزيد في الحجم بنسب مختلفة ولكن عند ردمها ثانية تهبط الى حجم أقل مما كانت عليه قبل حفرها ما عدا الصخور فانها تزيد في الحجم عند كسرها ولكن لا يقل حجمها بعد ردمها عن حجمها قبل الكسر والصخور تزيد نحو ٥٠ ٪ من حجمها عند كسرها وفيما يلي بيان النقص في حجم انواع التربة بعد ردمها

نوع التربة	نسبة النقص المثوية للحجم
حصى	٨ ÷
حصى ورمل	٩ ÷
طين وتربة طينية	١٠ ÷
التربة الطينية الرملية والرملية الخفيفة	١٢ ÷
التربة النباتية المفككة	١٥ ÷
الطين المخلوط	٢٥ ÷

وعلى ذلك يجب ملاحظة هذه النسب في انشاء الجسور وان يعمل حساب لمبوطها بعد انشائها فيصير اضافة ارتفاع يضمن معه زيادة المكعب بنسب متفاوتة حسب نوع التربة وبحيث يكون الجسر على الارتفاع المصمم عليه بعد هبوطه

القطع في الصخور الصماء

يكون عادة باستعمال مواد ناسفة داخل ثقب عمل في الصخر لوضع المواد الناسفة فيها وبانفجارها تتكسر الصخور الى قطع يسهل رفعها ونقلها بالادوات أو الآلات والاجهزة التي تناسب حالة العمل والثقب تعمل لهذا الغرض اما بمثاقب يدوية أو آلية أى تشغل باليد أو بالقوى المحركة كالهواء المضغوط والبخار والكهرباء والصورة الفوتوغرافية شكل ١٠٢ تبين مثقبا يشغل بالهواء المضغوط



شكل ١٠٢

وعند ما يلجأ الى استعمال المواد الناسفة بالقرب من مباني أو جهات مأهولة فيجب اتخاذ الحيطة اللازمة لضمان سلامة الأرواح والمنشآت وذلك بمراعاة عدم تناثر اجزاء الصخور الصغيرة الى مسافات بعيدة ويمكن ملافاة هذه الأخطار بتحديد مقدار وقوة المواد الناسفة التي توضع في الثقب وتغطيته ببعض فروع الشجر وكتل من الخشب وفي المحاجر تستعمل مواد شديدة الانفجار للحصول على قطع كبيرة من الصخور وكذا في تكسير الصخور الصماء الصلبة

قطع الصخور تحت الماء

ولقطع الصخور تحت الماء تستعمل مواد شديدة الانفجار داخل غلاف

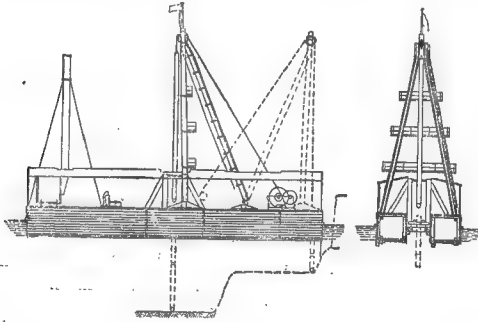
حتى لا يتلفها الماء

فاذا كان المسطح المراد تكسير صخوره تحت الماء صغيرا فيمكن تخفيفه من الماء بواسطة عمل صندوق محيط Coffor Dam حول الموقع ونزح المياه بطلبية ثم تكسير الصخور بعد كشفها او ازال علبه حول الموقع Caissons وكسح الماء بالهواء المضغوط

فاذا كانت المسطحات كبيرة تستعمل احدى الطريقتين الآتيتين شرحهما

قاطعة الصخور Rock cutter

وهذه تتكون من كاسور من الصلب يزن من ٤ طن الى ٢٠ طن وينتهي في اسفله بقطعة من الصلب الهاش Hardened Steel وهذا الكاسور مقام ومثبت في نصب على مركب أو عوامه (الشكل ١٠٣ يبين ذلك)



شكل ١٠٣

والكاسور موصل بجبل من الصلب يمر فوق أعلا النصب الى آلة رافعة ونش وهذا الجهاز يشبه جهاز دق الخوازيق وعند ما يصير رفع الكاسور ثم تركه ليسقط فإنه يعمل في الصخر فيكسره بتأثير قوة الصدمة

مراكب الثقب Drill Boots

مجهزة بخازوق Spud عند كل من أركانها ومثبت عليها مثقب أو أكثر من المثاقب الآلية حسب مقتضيات العمل فعند الاستعمال

تعمل ثقوب بواسطة المثاقب ثم تعبأ بالمواد الناسفة داخل غلاف ثم تشعل المواد الناسفة بواسطة شرارة كهربائية ثم تزال الصخور المكسرة بواسطة كراكات Dredgers

الحفر تحت الماء

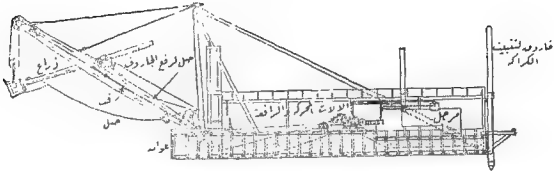
حفر التربة والصخور تحت الماء كما هو الحال في أعمال الري والملاحة Navigation والمرانى يصير اجراؤها بواسطة الكراكات Dredgers اذا كان اتساع العمل ومسطحه يسمح بذلك فاذا لم تسمح حالة العمل بذلك من حيث المسطح وكذا اذا كان العمق كبيرا وظروف العمل غير مناسبة لاستعمال الكراكات فتستعمل الصناديق المحيطة Coffor Dams أو العلب Caissons الفاطعة للباء وهذه سيأتى الكلام عليها تفصيلا فى الباب الحادى عشر

الكراكات Dredgers

الكراكات الشائعة الاستعمال على اربعة انواع يستعمل كل نوع منها فى التربة التى يصلح لها وفى حالات الحفر التى تناسبه

١- الكراكة ذات الجاروف Dipper Dredger تستعمل فى جميع انواع

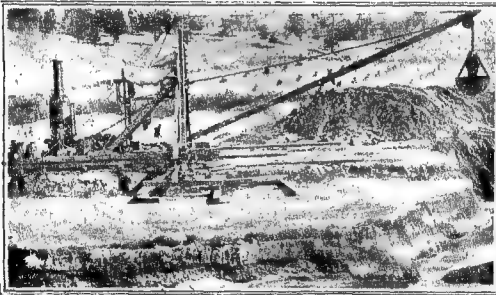
التربة ويمكن بواسطتها ازالة الخوازيق وجذوع الاشجار والصخور وقوة دفع الجاروف تجعل هذا النوع صالحا للعمل فى كل انواع التربة التى لا يمكن حفرها بواسطة انواع الكراكات الأخرى وهى مجهزة بمحرك Boiler ومغذية للباء وجهاز للتنقية Purification System لغرض تنقية مياه المرحل وذراع Boom مركب فى طرفه الجاروف Dipper ومركب على صينية يمكن ادارتها على عجل وكل هذه الاجهزة مثبتة فى جسم عائم كمركب والشكل ١٠٤ يبين ذلك



شكل ١٠٤

٢ - الكراكة ذات الدلو - Grab Bucket Dredger تشبه الكراكة ذات

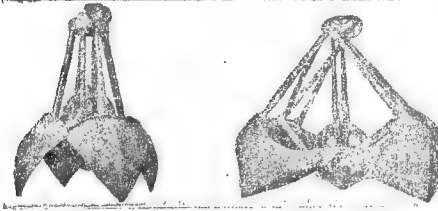
الجاروف إلا أنها ذات ذراع أطول ويبلغ نحو ٤٠ مترا ويستعمل معها جملة أشكال من الدلاء منها ما هو على شكل قشرة البرتقالة Orange Peel ومتصل بالدلو سلسلتين أو جبلين من السلك أحدهما لضم أجزاء الدلو بعد ملئه الى بعضها حتى لا يسقط منه ناتج الحفر والآخر لفتحته عند تفرغه والصورة الفوتوغرافية شكل ١٠٥ تين كراكة ذات دلو



شكل ١٠٥

وهذا النوع من الكراكات لا يشغل الا حيزا صغيرا وعلى ذلك يمكن استعماله على عوامات في الترع وفي المجارى ذات الأعماق الصغيرة كما أنه يمكن وضعه على درافيل Rollers وتحريكها على سطح الارض

ويستعمل في حفر التربة السهلة مثل الطمي وبواسطة (دلو البطليوس)
Clam Shell Bucket أو بواسطة دلو قشرة البرتقالة يمكن إزالة الاجسام
الصلبة والصخور المكسرة وجذوع الاشجار والخوازيق القديمة والشكل
١٠٦ يبين دلو قشرة البرتقالة و ١٠٧ يبين دلو (البطليوس)



شكل ١٠٦

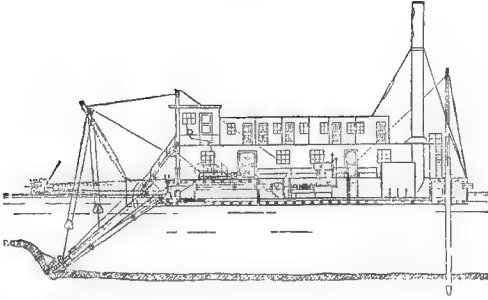
شكل ١٠٧

٣ - الكراكة ذات الطلمبة الطاردة المركزية Hydraulic Dredger

يمكن استعمالها بنجاح في أنواع التربة السهلة مثل الطين الناعم والرمال
الناعمه وهذه الكراكة مجهزة بدلا من الجاروف أو الدلاء
بسكاكين تتحرك حركة دورانية لقطع التربة وحملها مع الماء داخل ماسورة
المص لطلبة طاردة مركزية Centrifugal Pump مجهزة بها الكراكة لترفع التربة
ممزوجة بالماء الى ماسورة الطرد لنقلها للموقع المعد لهذا الغرض ويمكن
التخلص من المياه الزائدة بواسطة مصاف تعمل في ماسورة الطرد وخصوصا
إذا أريد الاحتفاظ بالرمال والتربة لردم برك أو إنشاء جسور أو ماشابه ذلك
ويجب التأكد أثناء العمل ان السكاكين تعمل في التربة وان المياه التي ترفع تكون
محملة بالتربة والافان كل الوقود الذي يستهلك يكون لرفع مياه خالية من التربة
والماسورة الماصة مجهزة بوصلة متحركة بحيث يمكن رفعها وخفضها حسب
مقتضيات العمل والشكل ١٠٨ يبين كراكة من هذا النوع

٤ - الكراكة ذات السلم Ladder Dredger - تفضلها الكراكات السابقة نظرا

لثمنها الباهظ وللتكاليف الكبيرة التي يتكلفها استعمال الكراكة ذات السلم

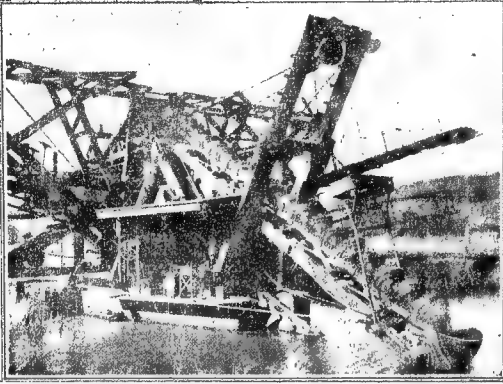


شكل ١٠٨

ولكن يمكن الحفر بها في أعماق كبيرة من الماء لا ييسر العمل فيها بواسطة الكراكة ذات الجاروف وكلما اتسع مجال العمل كلما كانت الكراكة ذات السلم أصلح وتتكون من جسم عائم مجهز بالآلات المحركة والآت الحفروسلم من الخشب تتحرك عليه دلاء متصلة بسلسلة وحيانا تكون الكراكة مجهزة بأنواع مختلفة من الكواسير أو السكاكين لقطع وتكسير الصخور لتسهيل حملها بالدلاء إلى أعلا وتجهز الكراكة أيضا بأجهزة للتخلص من ناتج الحفر بعد رفعه إلى أعلا السلم فيلقى بواسطتها إلى مركب لنقله وينقل بوسائل أخرى ويمكن رفع وخفض السلم حسب مقتضيات العمل ويمكن الحفر بواسطة هذه الكراكة في كل أنواع التربة وفي الأعماق الكبيرة من المياه ولكن عند ما يكون مجال العمل صغيرا يكون استعمالها قليل الإنتاج والصورة الفوتوغرافية شكل ١٠٩ تين كراكة من هذا النوع

نقل ناتج الحفر

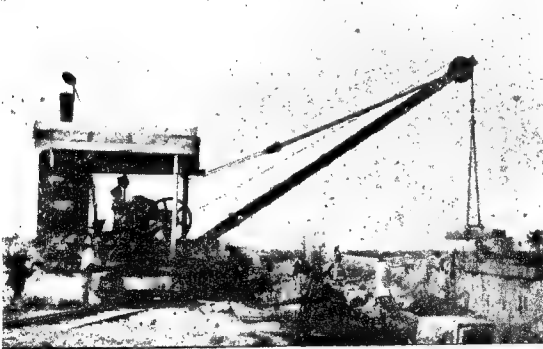
يستعمل في نقل ناتج الحفر وسائل مختلفة ففي المسافات القريبة تنقل بواسطة الأيدي وقد تنقل بواسطة البهائم وفي المسافات البعيدة تنقل بواسطة عربات تجر بالبهائم أو تدفع بالرجال أو تسير على خط سكة حديد بواسطة البخار وفي الكراكات تنقل بالمرابك أحيانا إذا كان العمل بعيدا عن الشواطئ



شكل ١٠٩

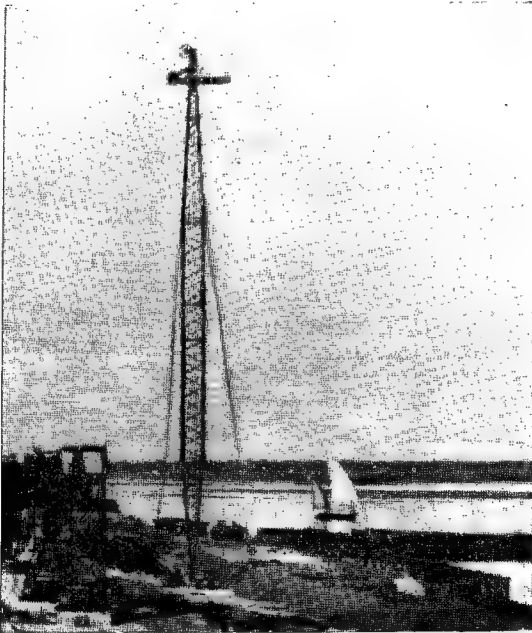
رفع ناتج الحفر

يرفع ناتج الحفر في الارتفاعات الصغيرة بواسطة الرجال أو بواسطة دلاء تدلى من سطح الأرض متصلة بنصب وتشغل الدلاء بونش يدوي أو آلي وأحيانا



شكل ١١٠

يكون الونش مجهزا بذراع طويل مركب على صينية ليتمكن ادارته ويسمى هذا النوع الاخير من الدلاء Derrick & Hoist Bucket ويسمى الونش Derrick & Hoist والشكل ١١٠ يبين ونشامن هذا النوع
الابرار والجمال المعدنية وقد ترفع مواد الحفر وتنقل بواسطة أسلاك معلقة على ابراج أو صواری عند طرفها وتسمى هذه الطريقة Fall line cable وتستعمل عادة عند ما يكون اتساع الحفر كبيرا جدا كما هو الحال في الانهار والوديان



والاجهزة اللازمة في هذه الحالة هي آلة بخارية أو مولد كهربائي أو مضاعف هوائيه ثم الابراج المعلق بها الاسلاك لنقل الدلاء وهذه الدلاء تدلى من الاسلاك الى العمال فتملأ بنتائج الحفر ثم ترفع وتنقل على الاسلاك الى موقع القاء الحفر والصورة الفوتوغرافية شكل ١١١ تبين صاريًا وشكل ١١٢ يبين أربعة صواري



شكل ١١٢

والدلاء مدلاة من الاسلاك والشكل ١١٣ يبين دلاء يملؤها العمال غرفة تلقى الاشارات - ولمعرفة المكان المراد ارسال الدلاء اليه لملئها بالعمال الذين يعملون بالحفر يعطى أحد العمال اشارة لعمال في غرفة خاصة بتلقى الاشارات فيرسل الدلاء الى هذا الموقع ويدليها وبعد ملئها بنتائج الحفر



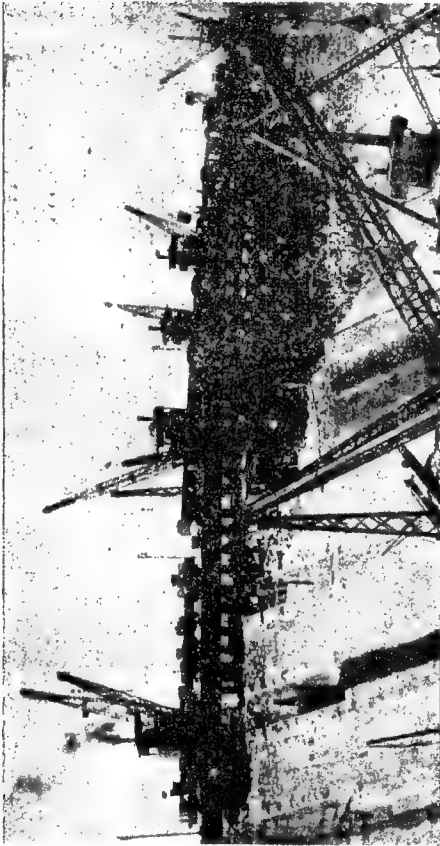
شكل ١١٣



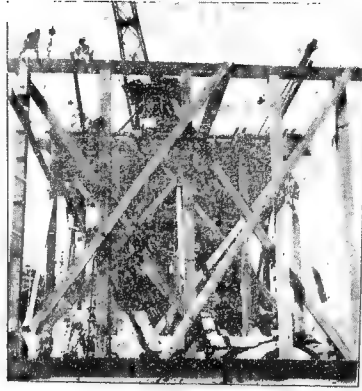
شكل ١١٤

يعطى اشارة ثانية
فترفع الدلاء وترسل
الى مكان القاء
ناتج الحفر
والصورة الفوتوغرافية
شكل ١١٤ تبين
غرفة تلقى الاشارات
والمحرك الكهربائي
الكبارى المؤقتة

Gantry فى الاعمال
التي فى الانهار ومالها
تعمل كبارى مؤقتة
متينة من خوازيق
خشبية وأربطة
وتعمل أرضيتها من



شکل ۱۱۰



شكل ١١٦

الكتل الخشبية والالواح ويمد على سطح الكوبرى خطوط سكة حديد لنقل
المواد وناتج الحفر وتوضع على سطح الكوبرى اوناشر من نوع
Derrick and Hoist لرفع وتدلية الدلاء الى العمال لملئها بناتج الحفر أولاًخذ
المواد منها والصورة الفرتوغرافية شكل ١١٥ تبين جزءا من طول كوبرى
مؤقت وشكل ١١٦ يبين منظر نهاية الكوبرى
وقد تعمل كبرى مؤقتة بسطح خشبي يحمل على بغال بنائية

الباب الخامس

المياه الجوفية

آثارها وطرق التخلص منها

الصعوبات التي يلاقها المهندس أثناء الحفر تنحصر عادة في رداءة نوع التربة الناشئة عن تركيبها وحالة تكوينها الجيولوجي وفي الماء الذي يظهر في الحفر على أعماق تختلف تبعاً للمنطقة الجارية الحفر فيها وتبعاً لسمك طبقات التربة لرشح المياه بين حباتها Permeability ويظهر الماء عادة في شكل رشح متفاوت الدرجات من رشح خفيف إلى خريز غزير وقد يظهر الماء بشكل عيون Springs

أما الصعوبات الناشئة عن تركيب التربة وتكوينها الجيولوجي فيمكن للمهندس أن يتلافها بسند جوانب الحفر بشدة من الخشب وتكون الشدة من نوع يناسب حالة التربة وفي الباب السادس نشرح هذا بأسباب المياه الجوفية فتختلف طرق ملاقاتها ومكافحتها تبعاً لكميتها وسنشرح ذلك بأسباب فيما يلي.

المياه الجوفية

المياه الجوفية - هي نتيجة للأمطار التي تنقسم عند هبوطها إلى أربعة أقسام. قسم يسيل في مجاري الأنهار وقسم يفقد بالتبخر وقسم يغور في طبقات التربة متخللاً الشقوق والفجوات والمسام ويبقى بين طبقات التربة المنخفضة المنسوب. وجزء مما يغور في التربة إلى طبقاتها المنخفضة المنسوب يعود إلى الطبقة السطحية بتأثير الخاصة الشعرية Capillarity وبامتصاص جذور النباتات له وهذا هو القسم الرابع

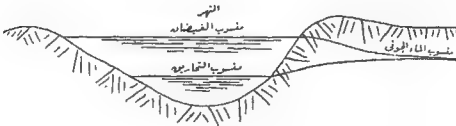
والقسم الثالث وهو ما يبق في باطن الأرض هو ما يظهر في الآبار التي تحفر في مصر لغرض ري المزروعات في الحياض Basins وفي المناطق البعيدة عن الترع وإن كان يعبر عن هذه الآبار بأنها آبار ارتوازية Artesian إلا أن هذا

التعبير خاطيء

وهذا القسم هو ما يظهر أيضا في المستنقعات المنحطة والتي منسوبها منخفض عن منسوب المياه الجوفية وتختلف كميات المياه التي بالترربة تبعاً لتركيب التربة فالرملية المسامية تحوى كثيراً من المياه وكذا الحصى المفكك أما الطينية المندجة فلا تحوى الا قليلا

والمياه التي تصادف المهندس عند اجراء الحفر للاساسات والأعمال الأخرى هي المياه الجوفية والمنسوب الذى تظهر عنده المياه يسمى منسوب الماء الجوفى [Underground Water Level أو Water Table] وهذا السطح لا يكون أفقيا بل منحدرًا ويختلف باختلاف الزمن وبمناسيب مجارى المياه القريبة كالانهار والترع ففي مصر مثلاً يتأثر منسوب الماء الجوفى كثيراً بمنسوب نهر النيل فيرتفع مع فيضان النيل وهو في الفيضانات العالية على منسوب أعلا منه في الفيضانات المتوسطة والمنخفضة ثم ينخفض وقت التحريق مع انخفاض منسوب النهر ففي زمن الفيضان ترشح مياه النهر الى التربة وفي زمن التحريق ترشح مياه التربة الجوفية الى النهر وهذا يؤثر على تصرف النهر بالعجز أو بالزيادة

والمواقع القريبة من النيل هي التي تكون أكثر تأثراً بمنسوبه وتكون عندها الاختلافات في منسوب الماء الجوفى كبيرة اما المواقع البعيدة عن النهر فتكون الاختلافات عندها قليلة وقد تكون معدومة نظراً لبطء حركة الماء من وإلى النهر



شكل ١١٧

نما تقدم يتضح أن منسوب الماء الجوفى منحدر وليس أفقيا والشكل ١١٧ يبين حالة سطح الماء الجوفى في الفيضان والتحريق فإذا صادف الماء الجوفى

طبقة لا تسمح بمروره Impermeable فإنه ينحدر على سطحها حتى يقابل طبقة تسمح بذلك وقد تنحس المياه بين طبقتين لا تسمحان بمرورها إذا كان يتخللهما طبقة مسامية

وانحدار الماء الجوفي يقاس بالزاوية التي بين سطح الماء والافق فاذا رمزنا لانحدار الماء بالرمز α وللزاوية التي بين سطح الماء والافق بالرمز θ فإن $\alpha = \theta$ ظاهر ويسمى انحدار سطح الماء الجوفي Gradient of Water Table فاذا فرضنا سرعة المياه الجوفية C فإن $C = \theta \times H$ وفيها H مقدار ثابت ويختلف باختلاف حجم حبات التربة ومقدار قابليتها للرشح

وقد دلت المشاهدات على أنه إذا كانت $C = ١$ م في الكيلومتر أى ٠.٠٠١ م فإن C تكون ٨٥٠ م في السنة تقريبا

ومن القانون $C = \theta \times H$ يكون $\theta = ٨٥٠ \div ٠.٠٠١ \times ٣٦٥ \times ٨٦٤٠٠ = ٠.٢٧$ م في الثانية

أما في الرمال الرفيعة فإن θ تقل الى نحو ٠.٠٠٢ م/ الثانية وفي الطين المندمج تكاد تلاشى

ارتباط الاساس بمنسوب الماء الجوفي

عما تقدم يتضح أنه من المهم جدا النزول بالحفر للتأسيس بالقرب من النهر الى ما تحت أوطى منسوب للماء الجوفي وخصوصا اذا كانت التربة من النوع الناعم أو الذى يندمج ويهبط بتأثير ارتفاع المياه فتعبط معه الاساسات والمنشآت التى فوقها ويتولد عن ذلك تداعى الاساسات وتصدع المباني أما اذا كانت التربة من الرمال الحرسية أو الحصا والتى لا تتأثر بتغيير منسوب الماء فلا مانع من التأسيس عليها بين أعلا وأوطى منسوب للماء الجوفي

التخلص من الماء الجوفي

وفما يلى نشرح الطرق التى يجب على المهندس استعمالها عند مصادفته الماء الجوفى أثناء الحفر

يحسن اذا ظهر للمهندس من مباحثه الاولى انه سيصادف مياه الرشح أثناء التنفيذ أن يعدل تصميمه برفع منسوب الاساس فاذا اضطر لجعل الاساس على منسوب منخفض عن منسوب الماء الجوفى فعليه أن يستعد للافاة أضرارها ومكافئها وأن يصمم الاساس مع اعتبار تأثير المياه عليه وعلى البناء الذى فوقه وعليه أن يجعل فى حسابه رشح الماء من المباني التى تحت منسوب الماء الجوفى فيعمل تصميمه بحيث تكون المباني قاطعة للماء Water Proof ولذلك طرق كثيرة سنذكرها فى الباب التاسع

فاذا مصادف المهندس الماء أثناء التنفيذ فعليه نزحه حالا لضمان سلامة الاساس والبناء الذى فوقه لان الخرسانه التى توضع فى الماء تفقد كثيرا من قوتها

طرق نزح الماء

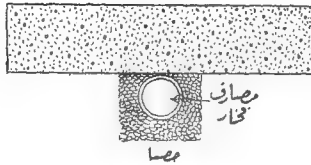
النزح بدلاء أو طلبات - وطريقة النزح تختلف تبعا لغزارة كمية الرشح فاذا كانت قليلة فنزح بواسطة دلاء أو بواسطة طلبية يدوية فاذا رأى المهندس أن هذه الوسائل غير كافية فتستعمل طلبية آلية Power Pump ويعمل النزح من بيارة أو طى من منسوب الحفر ويختار موقعها بحيث يمكن استعمالها الى أن تشك خرسانة الاساس ويضمن عدم اضرار الماء بها

ويمكن للمهندس أن يحفر تحت منسوب التصميم نحو ١٥ سم ويملاها بالدقشوم أو الحصا لترشح المياه من بينه الى بيارة الطلبية

استعمال مصارف فخار

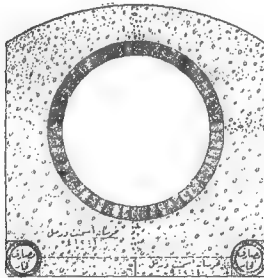
كما أنه يمكن أيضا أن يستعمل بنجاح مصارف من مواسير الفخار الحجرى Stone Ware Pipes دون لحام وصلاتها وتوضع تحت منسوب الحفر أو فوقه والغرض من المواسير هو تصريف الماء الى بيارة الطلبية وعند الانتهاء من نزح المياه تسد نهايات المصارف بسدادات وتصب هذه المصارف بالاسمنت اللباني تحت ضاغط أو تبقى دون سدها وصبا لصرف المياه التى حول الموقع بصفة مستديمة الا اذا كانت المصارف فوق منسوب

الاساس فيجب صبها والشكل ١١٨ يبين ذلك



شكل ١١٨

وقد تلقى طبقة من الخرسانة الضعيفة لتقليل رشح الماء ثم توضع المصارف الفخار ولا تحسب الطبقة الخرسانية الضعيفة ضمن سمك الاساس والشكل ١١٩ يبين ذلك



شكل ١١٩

استعمال ستائر

وقد تسند جوانب الحفر بستائر لمنع مياه الرشح أو تقليله
الحقن بالاسمنت اللباني والمواد الكيماوية

وقد تحقن التربة بالاسمنت اللباني أو بالمواد الكيماوية لوقف مياه الرشح
أو تقليل غزارتها والشكل ١٢٠ يبين المواسير لحقن التربة قبل وضع الاساس



شكل ١٢٠

خفض منسوب الماء الجوفي

فاذا رُؤي أن كل هذه الطرق لا تفي بالغرض وأن غزارة الماء تتغلب مع استعمال هذه الطرق فانجح الطرق لمكافحة هي العمل على خفض منسوب الماء الجوفي وهذه الطريقة غالباً ما تكون ناجحة وخصوصاً في التربة الرملية فيحاط موقع الحفر بخط من المواسير من قطر ٣" الى ٦" على منسوب يقرب من منسوب الماء الجوفي وادخال مواسير رأسية في خط المواسير السابق ذكره على مسافات أفقية متساوية من بعضها بحيث تبرز هذه المواسير الرأسية تحت منسوب خط المواسير المحيط بالموقع الى المنسوب المرغوب

ومجهز المواسير الراسية باقدام ذات اشكال خاصة واجزاء مخزمة Perforated ومصافي Screens وبسدادات لحجز التربة من أن تنزح مع الماء وتوصل المواسير الى مجموعة قوية من الطلبات لنزح المياه من داخل التربة وخفض منسوب الماء الجوفي

فإذا كان الحفر فى مواقع محدودة فيمكن التخلص من الماء بواسطة طرده بالهواء المضغوط من داخل العلب

العيون

ان ظهرت عيون أثناء الحفر فتصرف بمجارى خارج الحفر وتترك حرة حتى يتم وضع الاساس وشكه

وفى هذه الحالة يبنى حول العين بارتفاع خرسانة الاساس وتعمل فتحة فى أحد جوانب البناء توصل الى مجرى يذهب بالماء الى خارج الاساس وتعالج العيون أيضا باحاطتها ببناء غير مفتوح من أى جانب ويرتفع الى المنسوب الذى تستقر عنده مياه العين أو فوقه بقليل وبعد وضع الاساس وشكه تماما توضع ماسورة مخزمة فوق العين تماما ويوضع حول الماسورة حصا أو دقشوم لملء الفراغ الذى بين الماسورة المخزمة والبناء الذى حول العين ويكون الدقشوم والماسورة المخزمة الى منسوب سطح خرسانة الاساس ثم توضع ماسورة غير مخزمة كغلاف فوق منسوب سطح الاساس وبالارتفاع المرغوب صب الاسمنت منه ثم يصب الاسمنت اللباني تحت ضاغط يكفى لطرد الماء من الماسورة وسقى فجوات الحصا والحامات المباني التى حوله ثم ترفع ماسورة الغلاف

ونشهرح بأسهاب طرق الصب والحقن بالاسمنت اللباني والمواد الاخرى والاغراض التى تستعمل لها فيما يلى

السقى والحقن بالاسمنت اللباني

الاسمنت اللباني هو اسمنت مخلوط بكمية من الماء كافية لان يصير قوامه شبه سائل واستعماله شائع فى كثير من الاعمال الهندسية فيستعمل فى تقوية الاساسات القديمة وفى انشاء الاساسات الحديثة التى تحت الماء وفى حقن

التربة ذات المسام لتجميدها وتقويتها ولسد الشقوق والفجج التي بها لمنع الرشح منها وفي سقي رصف الطرق

ففي بعض الطرق الثانوية ترصف الطرق بحصا أو دقشوم جاف ثم يصب فوقها اسمنت لباني وتلك بالهراس فعند ما يشك الاسمنت يصبح الرصف جسما متماسكا كالخرسان المخلوط

والذي يهنا في صدد الاساسات هو استعمال الاسمنت اللباني في الاعمال الآتية أولا — لسقي الاساسات القديمة لملء الفجوات التي بها والتي قد يكون منشؤها عدم العناية الكافية بخلط الخرسانة أو بهيئة الظروف الملائمة عند عمل الاساس كأن تكون الخرسانة القيت في الماء مثلا أو بأي طريقة غير أصولية

ثانياً — صب الاسمنت اللباني لعمل خرسانة الاساس تحت الماء بأن يملأ موقع الاساس بالدقشوم ثم يسقى بالاسمنت اللباني تحت ضاغط Under a Head أو بواسطة مضخة تضغط الاسمنت اللباني بالهواء المضغوط أو بأي وسيلة أخرى

ثالثاً — حقن التربة بالاسمنت اللباني لملء مسامها وتجميدها ويعمل الحقن باسمنت لباني مضغوط فيوضع الاسمنت اللباني في خزان يتصل بواسطة خرطوم بثقوب أو مواسير داخل التربة ويضغط الاسمنت اللباني داخل الثقوب بهواء مضغوط يسلط عليه

ومن المدهش أن تتجح عمليات السقي والحقن بالاسمنت اللباني مع نسبة المياه الكبيرة التي يحوي أحيانا حول ٥٠ ٪ أو أكثر من الماء مع ان المسلم به أن زيادة نسبة الماء في الاسمنت عن مقدار معين تضعف قوته وقد عملت تجارب على ذلك فوجد ان جهد الشد للاسمنت بعد اسبوع كالآتي
اسمنت مخلوط بنسبة ٢٣ ٪ من الماء (وهي اقل نسبة لتخضير عجينة)
وجد ان جهد الشد هو ٧٥٠ رطل / البوصة المربعة

اسمنت مخلوط بنسبة ٤٠ ٪ من الماء (لباني) وجد ان جهد الشد هو ٤٥٠ رطل

على البوصة المربعة ويعزى نجاح عمليات السقي والحقن بالاسمنت اللباني مع وجود هذه النسب الكبيرة من الماء الى ان الماء الزائد عن حاجة الاسمنت لاحتراز أقصى قوة له ينفصل عن المخلوط اثناء العملية اما

١ - بالامتصاص Absorption

٢ - او بالرشح Infiltration

٣ - او بالتبخر Evaporation

ففي تقوية الاساسات قد يحدث ان التربة تمتص الماء الزائد او انه يرشح في احدى الطبقات المسامية كما انه يحتمل ان يتبخر الماء اذا كان الحقن او السقي في الطبقات السطحية

وقد عملت تجارب لمعرفة تأثير الامتصاص فعملت قطعة اختبار Test Briquette على قاعدة ماصة Absorbant Base بدلا من القاعدة الحديد المعتاد استعمالها في عمل قوالب الاختبار فكانت النتائج بعد سبعة ايام كالآتي

اسمنت مخلوط بنسبة ٢٣ ٪ من الماء جهد الشد ٧٥٠ رطل / البوصة المربعة
اسمنت مخلوط بنسبة ٤٠ ٪ من الماء جهد الشد ٤٥٠ رطل / البوصة المربعة
على قاعدة حديد

اسمنت مخلوط بنسبة ٤٠ ٪ من الماء على قاعدة ماصة

جهد الشد ٧٧٠ رطل / البوصة المربعة وقد يظن ان استعمال الاسمنت السريع التجمد Quick Setting يفيد في عمليات السقي والحقن الا ان التجارب التي اجريت باسمنت من هذا النوع ظهر فشلها لانه لا يوجد الوقت الكافي لتجهيز واستعمال الاسمنت قبل بدء تجمده

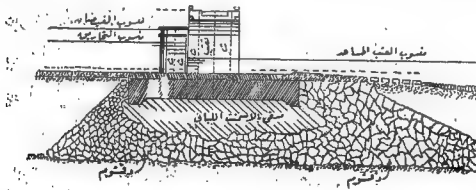
وخاصية نعومة الاسمنت Fineness لها اثر هام في نجاح عمليات السقي والحقن نظرا لدقة المسام في بعض انواع التربة وعلى ذلك فالاسمنت الاكثر نعومة انجح في مثل هذه العمليات

سقى فرش قناطر الدلتا

وخير مثل نسوقه لتقوية الاساسات القديمة بالاسمنت اللباني هو تقوية فرش قناطر الدلتا وقد عمل ذلك بسبب حدوث هبوط وزحف جزء من القناطر

والطريقة التي اتبعت هي عمل ثقب في كل بغلة Pier من البغال وهذه البغال سمكها ٢.٠٠ متر والمسافات بين محاورها ٧ متر وعدد الثقوب التي عملت في كل بغلة كانت خمسة ثقب على ابعاد متساوية تقريبا وعملت الثقوب داخل البغال والفرشة الى منسوب قاع النهر الطبيعي ولكن في الاجزاء التي كان الفرش فيها يرتكز على دقشوم Rubble فان الثقوب عملت الى أسفل منسوب الفرش وامتدت داخل الدقشوم بمسافة صغيرة

ثم صار تنظيف هذه الثقوب من فتات المبانى والحرسانة ومن الطمي الى منسوب اوطى من منسوب الفرش نحو متر ثم صب الاسمنت اللباني من ثقب واحد بواسطة دلاء Buckets وكان الضغط من أعمددة الاسمنت في الثقوب القصيرة ١.٧٦ طن على القدم المربع ومن الثقوب الطويلة ٢.٤٠ طن والقطاع المين بالشكل ١٢١ هو قطاع في جزء من قناطر رشيد واساسه



شكل ١٢١

موضوع فوق دقشوم وكان الغرض من هذه العملية هو ملء فجوات الدقشوم لعمق معين بالاسمنت وملء باقي الفجوات التي تحت الفرش في الاجزاء الغير مبنية على دقشوم وملء الشروخ التي حدثت وكل فجوات بالاساس وكذا ملء الثقوب المرموز لها بحرف ث

الحائط المتوسط لعبق قناطر الدلتا

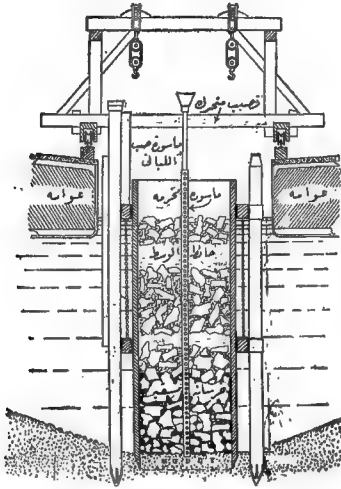
ولنورد هنا كمثل لسقى المباني التى تعمل تحت الماء ماعمل

فى الحائط المتوسط Core wall أو حائط القلب للاعتاب التى عملت
خلف قناطر الدلتا لتقليل الضغط الواقع عليها
وهذه الحائط عبارة عن كتلة من الدقشوم سمك ٣٠٠ متر وتختلف فى
الارتفاع من ١٨ر٥ قدم الى ٢٤ر٥ قدم والحوائط أنشئت تحت الماء بصب
الاسمنت اللباني وكان ارتفاع الماء يختلف من ٢٠ الى ٢٥ قدم وبدى العمل
بحفز خندق عبر النهر بكرا كات الى العمق المرغوب ثم عمل صندوق الحائط
فى هذا الخندق بواسطة دق خوازيق وعمل تلويحة من الخشب وعمل كل
ذلك من سطح عوامتين وقد لوحظت دقة تخطيط الصندوق فى الخط المعين
تماماً وعمل الصندوق على اجزاء طول كل منها ١٠ متر وبالعرض اللازم
للحائط ومقداره ٣ متر واتخذت احتياطات لتغطية جوانب الصندوق بقماش
خاص لعدم تسرب الاسمنت اللباني الى خارجه

ثم صار تثبت أربعة مواسير مخرمة رأسياً من قطر ٥ فى محور الصندوق
الى مسافات ٨ أقدام من بعضها ووضع بداخل كل من هذه المواسير ماسورة
غير مخرمة من قطر ٣ وكانت هذه المواسير الاخيرة عبارة عن قطع متصلة
ببعضها بقلاووظات بحيث يمكن فك وصلات منها كلها ارتفاع المنسوب الذى
يعمل عليه السقى

سقى الصندوق - بعد ان تم انشاء الصندوق صار ملئه الى منسوب الماء
بالدقشوم من أحجام مختلفة ولوحظ أثناء ملء الصندوق أن يملأ الفراغ الذى
بين الدقشوم الكبير الحجم بالدقشوم الصغير بقدر المستطاع
ثم صار خطط الاسمنت الى القوام المناسب فوق المراكب وصار صبه من
الدلاء فى الأقام الموضوعة أعلا مواسير الصب وكانت الأقام مغطاة بمصافي
لمنع المواد الغريبة من دخول المواسير مع الاسمنت اللباني ولوحظ أن يكون
قدم الماسورة قطر ٣ أعلا بنحو ١ أو ٢ من القاع حتى يمكن للاسمنت

أن يتسرب من خروم الماسورة قطرة لملء الفراغ الموجود في الدقشوم



شكل ١٢٢

والشكل نمرة ١٢٢ يبين هذه العملية

وكانت الماسورة قطر ٣٠ سم تسحب الى أعلاكلها ارتفاع منسوب الاسمنت اللباني في الدقشوم وكلما دعت الحال كانت تفك وصلة من وصلاتها وكان الصب يعمل في كل ماسورتين من الاربعة في وقت واحد والماسورتين الاخرتين كانتا مجهزتين بكرتين من الخشب معلقتين من بكرتين فوق الماسورتين ومعاق بالطرف الآخر للجل ثقل وكل من الكرتين مجزة بثقل بحيث تعوم في مخلوط الاسمنت اللباني وتغطس في الماء وعلى هذا كانت ترتفع الكرتين كلما ارتفع الاسمنت اللباني داخل الماسورتين وكان ارتفاع الاسمنت يقاس على مقياس خاص وكان كلما ارتفع الاسمنت بالماسورتين الجارى العمل بهما ١٨ يصير تغيير مواقع الكرتين بنقلهما الى الماسورتين الجارى الصب فيهما

والبدء بالصب في الماسورتين الأخرتين ولوحظ عدم البدء في سقى طبقة قبل تمام شك الطبقة التي تحتها وفي أقل من ٢٤ ساعة كانت الحائط ذات قوام كاف لان تقف دون سندها فرفع الصندوق من حولها وعمل حول طول آخر من الخندق صندوق ذو ثلاث جوانب فقط

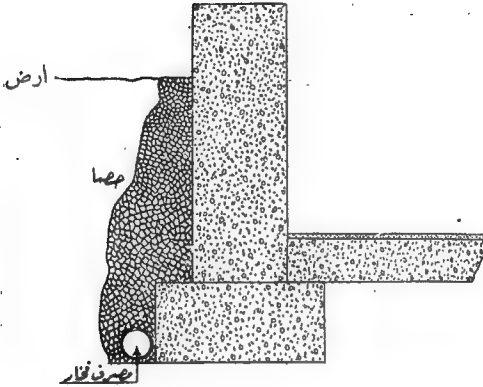
الحقن

يستعمل حقن التربة لتجميدها وزيادة قوة تحملها مخلوط من الاسمنت ومحلول السليكات تحقن به التربة تحت تأثير ضغط كبير ويستعمل الالمان في حقن التربة للغرض السابق أيضا محاليل كيميائية فيوضع محلولين مختلفي التركيب في خزانين ويطلق عليهما نمرة ١ ونمرة ٢ ويتصل بكل خزان خرطوم وينتهي هذين الخرطومين الى مشترك ويضغط المحلولين في وقت واحد داخل الخرطومين وعند ما ينتهيان الى المشترك ويتحدان يحصل بينهما تفاعل كيمائي ويتصل المشترك بالتربة فند ما يصل المحلولين الى التربة تتجمد بتفاعلات كيمياوية ولكن ما يخشى منه هو انه حيث ان التجمد كان نتيجة لتفاعل كيمائي فقد تفكك التربة ثانية تحت تأثير تفاعلات كيميائية قد تنشأ من تأثير الأحماض أو الأملاح التي بالماء الجوفي

التعويم

ومن التأثيرات السيئة الأخرى التي يحدثها وجود الماء الجوفي تحت الأساسات أو بين الأساس وجسم البناء هو العمل على رفع البناء بقوة ضغط الماء تحته وهذا يقلل من مقدار الأحمال الراسية الواقعة على الأساس والتي هي أهم عامل في ثبات البناء Stability

علاج التعويم — ولعلاج ذلك يحسن صرف المناطق التي فيها الماء بمصارف من الفخار المجري بدون لحام وصلاتها توضع تحت منسوب الأساس ويحيط حول البناء تحت منسوب الماء الجوفي برمال وحصا كما هو مبين بالشكل ١٢٣ للسماح للماء بالتسرب الى المصارف الفخار وهذه المصارف ذات فائدة كبيرة



شكل ١٢٣

نظرية التعويم

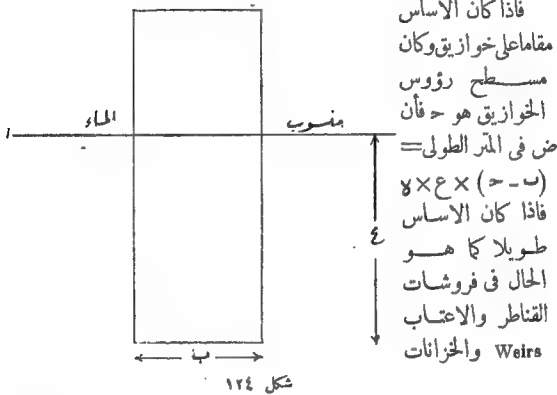
وفيما يلي شرح لنظرية الرفع أو التعويم Buoyancy نفرض أن الفرق بين منسوب المياه الجوفى ومنسوب سطح الأساس الاسفل هو Δh فإن الضغط الى أعلا Upward Pressure بتأثير الماء تحت الأساس هو $\Delta h \times \gamma$ إذا كانت γ الثقل النوعى للماء

وقوة الرفع أو التعويم على جسم مغمور بالمياه مساوية لوزن جسم الماء الذى حجمه مساو لحجم الجسم المغمور ونقطة تأثير هذه القوة $C. P$ تتحد مع مركز الثقل $C. G$ لحجم الماء الذى حل محله الجسم

ونفس هذه النظرية تسرى على الجسم إذا كان مغمورا بالماء غمراً جزئياً كما هو الحال فى المنشآت التى يكون جزء منها تحت منسوب الماء الجوفى

فإذا فرضنا أن التربة تحت الأساس بها فجوات ٥٠٪ فإن الضغط الى أعلا ض على أساس مسطحة فى المتر الطولى ب شكل ١٢٤ هو

ض = $\frac{1}{2} \times \text{ب} \times \text{ع} \times \text{ح}$ واسكن لجانب الآمن يمكن اعتبار ان الماء يؤثر على مسطح الاساس كله ويكون ض في المتر الطولي = $\text{ب} \times \text{ع} \times \text{ح}$ وهذه القوة تعمل على قلب البناء Overturning



فان على الماء في هذه الحالة ان ينساب Percolate بين الاساس والتربة الحاملة له طول مسافة الفرش القاطع للماء ليجد طريقه خلف القنطرة عند نهاية الفرش القاطع للماء وبما أن هذا الفرش يكون عادة طويلا فان سرعة الماء بين الاساس والتربة تقل بفعل الاحتكاك Friction وبذا يقل ضغط الماء الى أعلا

نحر التربة من تحت الاساسات

أما في التربة الرملية والتي يخشى معها من زحف جباهاع الماء بسبب نحرها فيحدث بذلك فراغ تحت الاساس Under Mining يتسبب عنه انهيار البناء فعلاج ذلك يكون بأحاطة الاساس بخوازيق لوحية أو ستائر Sheet Piling لحجز جبات التربة من التسرب بسبب سريان الماء أو الضغط الواقع على التربة حيث ان الرمل الزبقى Qwick Sand يزحف تحت تأثير الضغط أيضا وفي القناطر يلجأ الى اطالة الفرش المانع للماء خلف القنطرة حتى تصبح سرعة المياه التي بين الفرش والتربة صفراً

الباب السادس

سند جوانب الحفر باخشاب

عند ما يستدعى الحال اجراء الحفر رأسيا للأساسات لمناسيب تفقد عندها التربة خاصية البقاء رأسية دون سند جوانب الحفر يجب عمل شدة من الواح الخشب توضع رأسية أو أفقية وتسند هذه الألواح بمدادات أفقية Rengers وكباسات Struts عبر الحفر لحفظها في أماكنها ومقاومة ضغط التربة

Earth Pressure

وابعاد الألواح Sheeting الخشب والمدادات والكباسات والمسافات التي تبعد بها الألواح عن بعضها وكذا المدادات والكباسات وطريقة وضع الألواح أيضا ان أفقية أو رأسية كل ذلك يتوقف على نوع التربة التي تسند الشدة وعلى عمق الحفر الرأسى

والشدات ضرورية جدا في الحفر لأعمال مد مواسير المياه والمجارى وما إليها لان هذه الاعمال تكون عادة داخل المدن وفي الشوارع المأهولة والعامرة بالمباني والتي تكثر فيها حركة المرور فلهذه الاسباب يجب تضيق الحفر واجراؤه بصفة خنادق رأسية الجوانب بدون أى ميل وذلك لترك مسافة كافية لحركة المرور وهذا يستدعى شد جوانب الحفر لصيانة أرواح العمال والمباني التي على جانبي الحفر والاعمال الأخرى الموجودة تحت سطح الأرض ولو انه يمكن الوصول بالحفر بأمان في الخنادق الى اعماق تختلف تبعا لنوع التربة دون سند جوانبها الا انه يحسن عمل شدة من نوع ما لضمان سلامة الأرواح وعدم تكبد خسائر مالية في مقدور المهندس الاستغناء عنها بعمل نوع من الشدة يناسب حالة التربة وعمق الحفر

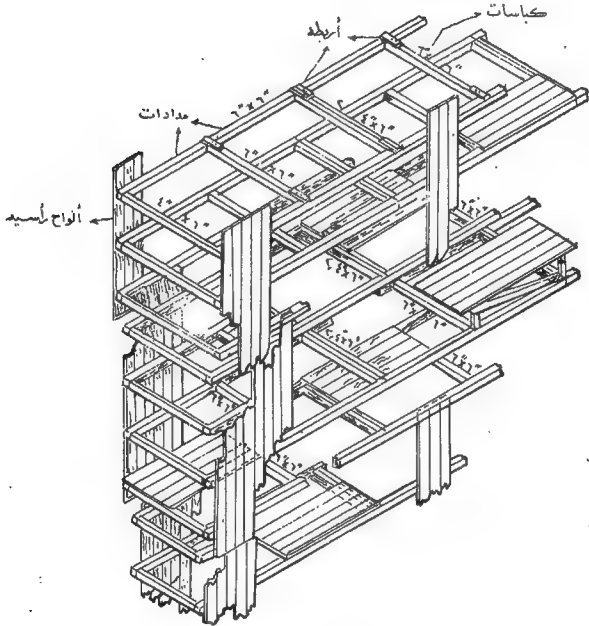
وليس من الحكمة في شيء اهمال عمل الشدة بفكرة الاقتصاد في التكاليف فتكون النتيجة خسائر فادحة في الأرواح والأموال يقوم بدفعها المقاولون

أو الحكومة أو البلديات فضلاً عما ينشأ من اختلال نظام العمل وتأخر انجازه وكما أن إهمال عمل الشدة يترتب عليه النتائج السيئة السابقة فأن عمل شدة ضعيفة لا تقاوم الضغط الواقع عليها له نفس النتائج وعليه يلزم عند معرفة نوع التربة من المباحث الأولية الاستعداد بالاخشاب التي تناسبها وبالأجهزة اللازمة لسند جوانب الخندق والشدة فضلاً عن أنها تقاوم ضغط التربة فإنها كوقاية ضد انهيار الحفر بسبب الزوايا والامطار الغزيرة

أنواع الشدة

١ — الشدة ذات الألواح الرأسية Vertical Sheets ولو أنها أكثر أنواع الشدة كلفة إلا أنها أمتن وتستعمل عادة في الحفر لأعماق كبيرة وفي أنواع التربة الرخوة والمفككة كالرمال الجافة والحصى والرمل الزبق وتستعمل بالقرب من المباني العالية خوفاً من هبوطها أو حدوث تصدع بها بسبب زحف التربة إلى الخندق في حالة عدم سند جوانبه بشدة ويبدأ العمل بالحفر بدون شدة إلى أقصى عمق يمكن معه للتربة أن تتف دون سند جوانبها ودون حدوث ضرر ما وهذا العمق يتوقف على نوع التربة من حيث تركيبها وتكوينها الجيولوجي وكمية المياه التي بها وعند ما يصل الحفر إلى هذا العمق يبدأ بعمل الشدة فيوضع أولاً صف من المدادات الأفقية Rangers والذي يكون عادة على عمق نحو ٣٠ سم من سطح الأرض ويوضع الصف الثاني من المدادات أيضاً إذا كان ذلك متيسراً تركز المدادات إلى ثلاثة ألواح رأسية توضع خلفها وملاصقة للحفر الذي يجب أن يعد رأسياً تماماً وهذه الألواح الرأسية يكون واحد منها عند كل طرف من طرفي المدادة والثالث في وسط المدادة وبحيث تكون المسافة بين الحافتين الخارجيتين للوحين المتطرفين مساوية لطول المدادة تماماً ومتى تم ذلك يصير وضع الكباسات Struts بين المدادات المتقابلة Opposite لحفظها في مواضعها ويجب أن تكون الكباسات بطول كاف بحيث تضغط المدادات والألواح الرأسية التي خلفها

والتي تسند التربة حتى اذا ما ضغطت التربة على ألواح الشدة بسبب الحفر الى عمق كبير فان الكباسات تؤدي وظيفتها بنجاح وتمنع ترزح المدادات والالواح إلى داخل الخندق مما قد يسبب انهيار التربة والشكل ١٢٥ يبين شدة رأسية



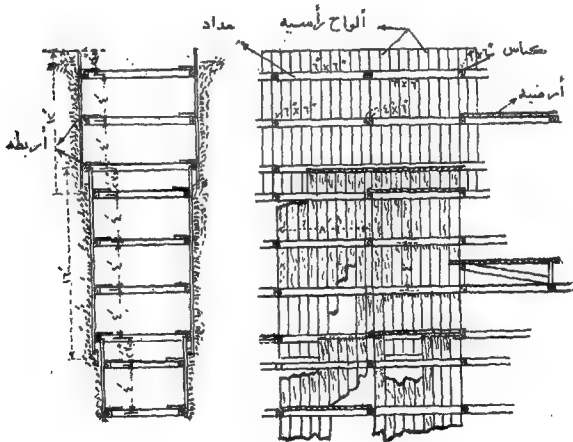
شكل ١٢٥

من ذلك يتضح أن عمل الكباسات في الشدة هام جداً وعلى طول الكباسات تتوقف متانة الشدة فيجب أن تكون أطوالها أكبر من المسافات التي بين مدادتين متقابلتين وأن يحشر الكباس عند وضعه ومرونة التربة والاختلاف كفيلاً بإيجاد الفراغ اللازم لطوله .

بعد ذلك تصلح جوانب الحفر بحيث تصير رأسية تماما وكذا يصلح مخطط الحفر على خط مستقيم ثم تدق باقى الألواح الرأسية بين المدادات وجوانب الحفر إلى العمق الذى وصل اليه الحفر

وتوضع المدادات عادة على مسافات رأسية بين محاورها نحو ١٢٠ م إلا إذا تطلبت حالة العمل وطبيعة التربة خلاف ذلك

ويجب ان تكون فى مستوى رأسى واحد حتى تضمن رأسية الألواح خلفها ويجب ان تكون المدادات افقية تماما فى اتجاه طولها وان تربط إلى الكباسات بأربطة Cleats تسمر فى اطراف الكباسات وفى اعلا المدادات المتقابلة والى تسندها اطراف الكباسات وذلك لحفظ الكباسات من السقوط إذا ما نزعت اليه وهذه الأربطة تكون من سمك ٢" وطول ١٨" وعرضها كعرض الكباسات Struts وتسند كل مدادة بثلاثة كباسات واحد فى كل طرف من طرفيها والثالث فى وسطها



وعلى ذلك فالمسافات الافقية التي بين كباس وآخر تحدد من طول المدادات وبما ان المسافة التي بين كباسين متجاورين يجب ان تناسب حالة العمل ونوع التربة والحفر فيجب مراعاة ذلك في اختيار اطوال المدادات بحيث تفي المسافات الافقية بين كباسين بالغرض الذي تتطلبه حالة العمل وتكون المدادات عادة بطول نحو ٦ امتار وتكون الكباسات التي في وسط المدادات من قطاع ٦ X ٦ والتي باطراف المدادات من قطاع ٤ X ٦ والشكل ١٢٦ يبين شدة رأسية كاملة مكونة من ثلاثة طبقات

وبعد ان يتم انزال قطاع Section من الشدة بالطريقة السابقة (والقطاع مكون من مدادتين متقابلتين أو اربعة مدادات على صفين فوق بعضهما ومن اللواح الراسية Runners الساندة للجانبى الحفر بطول هذه المدادات ومن الكباسات التي تلزم لهذا الطول من الخندق)

اى أن طول القطاع في حالة ما يكون طول المدادة ٥ امتار هو مساو لطول المدادة ومقداره خمسة امتار— يبدأ بدق الشدة في هذا القطاع الى عمق اكبر ومن المعتاد أن يوجد رجل في قاع الخندق ليحفر تحت النهاية السفلى للالواح الرأسية ويسهل عملية دفعها ويلقى بناتج الحفر الى وسط الخندق وبعد ان تدق الشدة الى ما تحت قاع الخندق السابق حفره بنحو ٦٠ سم يترك هذا القطاع ويبدأ العمل في قطاع آخر

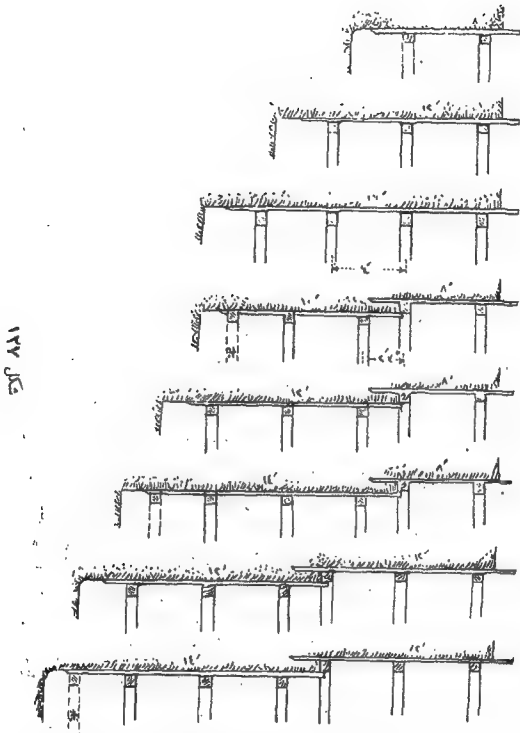
ولامكان الدق فوق رأس الواح الشدة يعمل نصب من الخشب مكون من حاملين وارضية فوقهما Trestle ويعمل تصميمه بحيث يمكن خفض هذه الارضية كلما غاصت الالواح في التربة وفائدة النصب كبيرة لانه بغيره لا يكون في متناول الرجل الذى يقف على سطح الأرض أن يدق فوق رؤوس الالواح لانها عادة تكون أبعد من متناوله تبعاً لطولها ولصغر عمق الخندق

ويستعمل النصب لتعليق الواح الشدة في حالة ما يخشى من انزلاقها داخل التربة تحت تأثير الدق بسبب رداءة نوع التربة وفي بعض الحالات يمكن الحفر تحت اقدام الواح الشدة الى عمق أكبر من ٦٠ سم متر قبل ترك القطاع الجارى العمل فيه كما أن بعض أنواع التربة لا يسمح بالحفر تحت

أقدام الشدة لأى عمق ففى مثل هذه الحالة يصير حفر الخندق كله بعمق نحو ٠.٦٠ متر بعد دق الألواح الى هذا العمق أى أن تكون أقدام الألواح فى هذه الحالة سابقة للحفر

وتعمل فى الشدة أرضيات من الخشب Staging platforms عبر الحفر وعرضها مساو لنصف طول المدادة وتحمل هذه الأرضيات أما على الكباسات كما هو مبين بالشكل ١٢٦ أو على قوائم خشبية توضع فوق المدادات والغرض من هذه الأرضيات هو تسهيل حركة العمال ولدى الطبقات السفلى من فوقها ويجب أن تحدد أقدام الألواح الراسية بسهولة دقها وأن تطوق رؤوسها بطوق من الحديد يحميها من التلف بسبب الدق وتعمل المدادات عادة من خشب سمك ٢" إلا اذا استدعت حالة العمل أحشاشا ذات أبعاد أكبر من ذلك فتعمل من قطاع ٤" × ٦" وبما أن أول طبقة من الشدة وهى الطبقة العليا تكون ذات اتساع أكبر من الطبقات التى تليها فلذاعى الاقتصاد فى الحفر تعمل الطبقة العليا أقصر ما يمكن ويلاحظ عند دق الطبقة الثانية أن تبقى رؤوس الواحها أعلا من أقدام الواح الطبقة العليا بنحو قدم لثلاث تنهار التربة من بين الطبقتين والشكل ١٢٧ يبين جملة شدات ذات ارتفاعات مختلفة ومكونة من طبقة أو من طبقتين ومن المعتاد عمل المدادات والكباسات من ارتفاع واحد

دق الطبقات السفلى من الشدة — بعد دق الطبقة العليا الى العمق المرغوب يوضع دليل Guide أو دليلين من الخشب تبعا لارتفاع الطبقة الثانية فى كل جانب من جانبي الخندق من قطاع ٢" × ٦" وتثبت هذه الأدلة فى الكباسات على مسافات من المدادات مساوية لسمك الألواح الراسية وذلك لضمان دق الطبقة الثانية من الشدة فى الموضع المناسب ثم توضع الألواح بين الدليل والمدادة وبما أنه من المتعذر دق الواح راسية فى المواقع التى تتركز عندها الكباسات على المدادات فترك مسافة بعرض الكباس لا تدق فيها



الواح وتسمى نافذة Window ويسند الحفر فيها بالواح قصيرة افقية توضع خلف الالواح الرأسية المرتكزة على مدادات الطبقة العليا

ونبما أن وضع الالواح الافقية يستدعي الحفر تحت اقدام الالواح الرأسية الى عمق ما دون سند جوانب الحفر في النوافذ وقد لا يسمح نوع التربة بذلك الحفر ففي مثل تلك الحالة تعمل الالواح الرأسية الميلاضقة

للكباسات من عرض ١٢ ويقطع جزء من عرضها عند الرأس مقداره ٦ بحيث يصبح الطول الباقي من اللوح بعرضه الكامل ١٢ حوالي ٤ ويوضع الجزء الاعلا الذى عرضه ٦ تحت الكباس بحيث اذا وضع لوحين من هذا النوع تحت كباس واحد فأتهما يتلاصقان تحت الكباسات ويصير دقهما كالمعتاد والاجزاء التى تنكشف عند دقها تحت الكباس يصير سندها بالواح أفقية أو رأسية

٢ — الشدة ذات الالواح الافقية — تستعمل فى انواع التربة التى يمكن الحفر

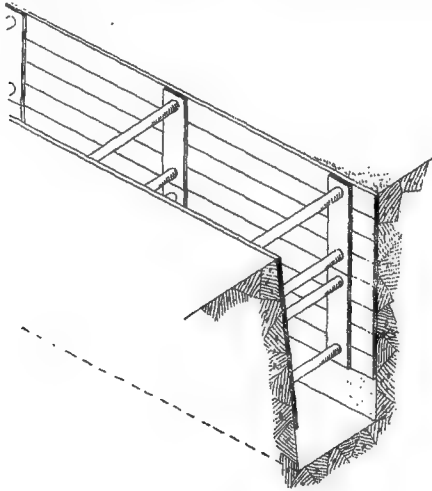
فيها الى عمق كبير دون سندها بحيث تقف رأسية لوقت طويل وفى هذه الحالة لا تدق الالواح بل توضع افقية كل ثلاثة أو اربعة فوق بعضها وتسد فى موضعها بالواح من الخشب توضع رأسية فى وسط طول الالواح الافقية وتكون الالواح الراسية الساندة من سمك ٢ ثم توضع بين الالواح الرأسية المتقابلة كباسات كما فى الشدات الرأسية ويحسن أن تكون الكباسات من النوع ذى اللولب Spring القابل للاستطالة نظراً لاختلاف عرض الحفر وتترك مسافة رأسية بين كل مجموعة من الشدة يتوقف ارتفاعها على نوع التربة والشكل ١٢٨ يبين شدة افقية واذا كانت التربة تسمح بالحفر لعمق كبير دون سندها فتستعمل فى بعض الاحيان الواح رأسية دون أن تدق بل تسند الى جوانب الحفر بكامل طولها ثم توضع المدادات والكباسات لضغط الالواح الراسية ويحدد عددها تبعاً لنوع التربة

وفى بعض الحالات التى تكون فيها التربة أكثر ثباتاً فتترك مسافات بدون شدة بين كل طبقة والتى تليها أى تعمل الشدة الى عمق ما ثم يترك ارتفاع بدون شدة ويعمل شدة اخرى بعد ذلك

وفى بعض انواع التربة المماسكة تماسكاً قوياً تعمل الشدة رأسية وعلى مسافات من بعضها أى لا تكون متصلة فتوضع الواح رأسية تضغط بكباسات فى جزء من طول الخندق ثم يترك جزء دون شدة ثم يشد الجزء الذى يليه

وهكذا والمسافات التي تترك بدون شدة تكون أطوالها تبعاً لطبيعة التربة وهذه الطريقة تتبع في التربة الطينية وما إليها

وفي بعض الأحيان في مثل هذه التربة يعمل هيكل شدة رأسية Skeleton كاملاً أى توضع مدادات تركز إلى الواح رأسية Runners في نهايتها وتضغط بكباسات ولا توضع باقي الألواح الرأسية التي في باقي طول المدادات ويستمر العمل على ذلك إلا إذا ظهرت علامات انهيار فيأدر بوضع الألواح الرأسية Runners الباقية ولا يخفى ما في العمل بهذه الطريقة من الاحتياط وبعد النظر



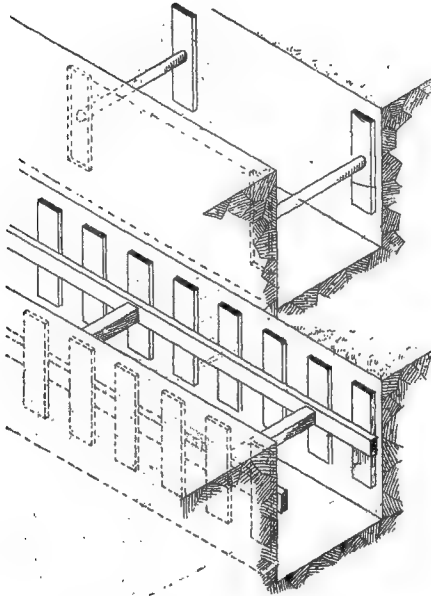
شكل ١٢٨

والشكل ١٢٩ يبين أنواع الشدة الغير متصلة استعمال النافورة في انزال الشدات

فاذا وجدت صعوبة في دق الألواح الرأسية أثناء عمل الشدات فيصير تسهيل ذلك بواسطة النافورة المائية Water Jet

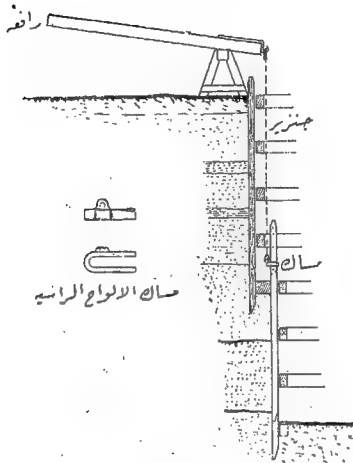
ازالة الشدة — لازالة الالواح الرأسية في الشدات جملة وسائل منها أن

يلف حول الالواح جنزير Chain يتصل بآلة رافعة Hoisting Machine وقد



شكل ١٣٠

ترفع الالواح بواسطة رافعة Lever ومسك Clamp كالشكل ١٣٠
وفي هذه الحالة يكون الرفع بواسطة الرجال ويجب بعد نزع الشدة أن
يردم المكان الذي كانت تشغله برمال جافة حتى يملأ الفراغ تماماً وفي بعض
انواع التربة الناعمة والسريعة الانهيار يجب ترك الالواح الشدة أو بعضها



شكل ١٣٠

ارتباط الشدة بنوع التربة

فما تقدم بينا أنواع الشدات المختلفة وفيما يلي سنبين الأنواع التي يجب استعمالها في أنواع التربة المختلفة

ففي طبقات التربة الصلبة Hardpan إذا كانت الخنادق ذات أعماق كبيرة فتستعمل شدة خفيفة غير متلاصقة وقد يستغنى المهندس عن عمل شدة إلا إذا شعر بوجود خطر فيعمل شدة غير متلاصقة

أما في التربة الطينية فيجب الاحتياط بعمل شدة متلاصقة قوية من خشاب ذات قطاع كبير لأن التربة الطينية خادعة فبينما تراها جافة متماسكة إذ بها بعد زمن قليل ترشح وتميل إلى الانهيار

وفي الحفر في رواسب نهريّة جافة Dry Alluvium يحسن عمل شدة غير متلاصقة ولو أنه يمكن أن تقف التربة الى وقت ما دون سندها اما الحفر في الحصى فيعمل له شدة متصلة نظرا لنزوع الحصى دائما الى الانهيار أما الرمال فسلوكها متغير تبعا لآحجام حباتها وانتظام احجام هذه الحبات ومقدار ما بها من الرطوبة ومن الضروري عمل شدة متلاصقة وفي حالة ما تكون الرمال من النوع الرفيع الحبات وتحوى مياهها بكمية كبيرة فان الضغط الذى يتولد عن مثل هذه التربة يكون كبيرا جدا وفي بعض الحالات يقرب من ضغط ماء ارتفاعه بمائل لا ارتفاع التربة المسنودة

ففى مثل هذه الحالة فضلا عن ضرورة عمل شدة متلاصقة قوية فانه يجب دق الالواح الرأسية الى مسافة كبيرة تحت قاع الخندق لضمان عدم تزحزح الالواح من اماكنها تحت تأثير الضغط ولمنع الرمال التى فى قاع الخندق من الارتداد الى اعلا بسبب ضغط الرمال التى خارج الخندق عليها

أما الصخور الصماء فيمكن الحفر فيها بدون شدة ولكن يحتمل ان تكون الصخور خادعة فتزلق - وعلى اى حال اذا كانت الصخور ذات عروق Seamy وكانت العروق على زاوية أكبر من ٣٠° مع الأفق وبالاخص اذا كان يتخلل عروقتها انواع ناعمة من التربة مثل الطين او الرمل والتى يحتمل انزلاق الصخور عليها بسهولة فيجب عمل شدة متلاصقة اذا أريد الحفر لاعمق كبيرة والا فعمل شدة خفيفة ويلاحظ ان الشدات فى المناطق الصخرية باهظة الكلفة والصيانة لمدائمة اصلاحها بسبب ما يحدث لها من الزحزحة بتأثير المواد الناسفة التى تستعمل فى الحفر ولا يمكن تلافى ذلك ولكن يمكن تخفيف اثره بالاعتناء بعمليات النسف ووضع المواد الناسفة بالمقادير اللازمة وفى الاماكن المناسبة

سند جوانب حفر الاختبار — وسند جوانب حفر الاختبار مائل تماما للسند

جوانب الخنادق الا انه فى حفر الاختبار تكون الشدة مربعة وتكون

المدادات اطارا Frame مربع الشكل وشد حفر الاختبار يكون من النوع الذى تستعمل فيه الالواح الرأسية المتلاصقة

سند جوانب الحفر المتسع

اما اذا كان الحفر متسعا وليس على شكل خنادق فتسند جوانبه باحدى الطرق السالف يانها الا انه نظرا لعدم امكان استعمال كباسات لا تساع الحفر فيصير سند الشدة بمساند مائلة كالتى تستعمل لصلب المباني

منع الرشع من بين الواح الشدات

اذا وجد اثناء الحفر وبعد عمل الشدة أن المياه غزيرة فيصير قلفطة الفواصل التى بين الواح الشدة الى منسوب مياه الرشع فاذا لم يفد ذلك فتستعمل خوازيق لوحية Sheet Piles

ويحسن استعمالها من أول الامر اذا اظهرت المباحث الاولى وجود مياه غزيرة وتربة شبه سائلة Fluid Like

الستائر أو الخوازيق اللوحية

الستائر أو الخوازيق اللوحية — اما أن تكون من الواح من الخشب تعشق مع بعضها باحدى طرق التعشيق أو تسمروا اما ان تكون من الحديد على اشكال مختلفة بحيث يكون اتصالها ببعضها قاطعا للماء Watertight واما ان تكون من الخرسانة المسلحة مختلف اشكالها ايضا ولا تستعمل الستائر الخرسانية الا فى الاعمال الدائمة

والغرض الاساسى من استعمال الستائر لسند جوانب الحفر هو تقليل رشع الماء وهروب التربة الى داخل الحفر لاصغر مقدار

والستائر تستعمل أيضا كما سبق أن اسلفنا فى فروشات القناطر الحاجزة والاعتاب والأهوسة والخزانات لاطالة مسافة الرشع Length of Percolation وتستعمل ايضا حول الاساسات لمنع بعض انواع التربة كالرمل من الزحف

الستائر الخشبية - اما ان تكون من الواح متلاصقة وفي هذه الحالة تصلح لشد جوانب الحفر فقط ولكنها لا تصلح في قطع الماء أو حجز التربة الهاربة نظرا لعدم احكام وصلاتها واما ان تكون من الواح متلاصقة كالسابقة ولكنها على صفين يركن احدهما الى الآخر وبحيث أن خطوط الوصلات في الصفين لا تكون متحدة وهذه افعلى في قطع الماء من النوع الأول

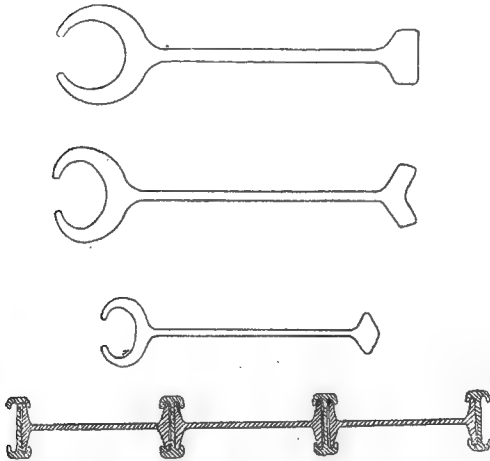
واما ان تعشق بأى طريقة كطريقة النقر واللسان Groove & Tongue واما ان تعمل الواح من ثلاثة صفوف تسمر في بعضها او تربط بجوايطات Bolts بحيث يكون كل صفين متلاصقين غير متحدى الوصلات وتكون في هذه الحالة كأنها معشقة تعشقة نقر ولسان

ويلاحظ أن يكون تسمير الستائر المركبة في موقع العمل وأن تكون المسامير ذات اطوال كافية وعادة اطول من سمك الستائر بمقدار بوصة وان يندق نصف عدد المسامير من احد الجانبين والنصف الآخر من الجانب الثانى ويلاحظ ان تحدد نهايات الستائر السفلى على زاوية ٤٥° لسهولة دقها

والشكل ١٣١ يبين الانواع المختلفة
فالرموز له بالحرف ا يبين الواح متلاصقة
والرموز له بالحرف ح يبين الواح معشقة نقر ولسان
والرموز له بالحرف د يبين الواح من صفين متلاصقين
والرموز له بالحرف ز يبين الواح من ثلاثة صفوف مسمرة ببعضها
والرموز لهم بالاحرف ب هـ و يبين انواعا اخرى شائعة الاستعمال

شكل ١٣١

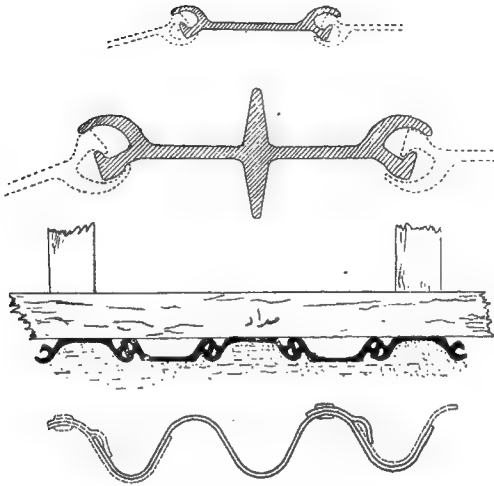
الستائر الحديدية — على جملة اشكال كالمبينة بالرسمين ١٣٢ و ١٣٣ وهى اقوى واكثر صلابة وأنجح فى قطع الماء من الستائر الخشبية ويقل معها عدد الكباسات التى تستعمل فى حالة شد جوانب الحفر او سند التربة ويلاحظ أن يعمل للاركان ستائر ذات اشكال خاصة تتفق مع زوايا اضلاع الحفر والستائر الحديدية تحتاج لعناية كبيرة فى دقها



اشكال مختلفة للخوازيق اللوحية الحديدية

شكل ١٣٢

ويلاحظ المحافظة على التخطيط المصمم للحفر وعدم الخروج عنه اثناء دق الخوازيق وخصوصا اذا كان الغرض هو منع التربة التى تحت الاساس من النزحف ففى هذه الحالة يجب أن يتبع تخطيط الاساس بغاية الدقة



اشكال مختلفة للخوازيق للزحمة الحديدية

شكل ١٣٣

دق الستائر الخشبية — تدق اولاً خوازيق الارشاد (الادلة) Guide Piles

على مسافات من بعضها تقدر من مترين الى ثلاثة امتار وهذه الخوازيق من قطاع ٩ × ٩ او اكبر من ذلك مديية ومجهزة بقدم من الزهر على شكل هرم متصل بنهاية الخازوق السفلى بخوص من الحديد طولها نحو ٤٠ سم سمر في الخازوق انظر الشكل ١٣٤ وارتفاع هذا القدم نحو ٦ وله قاعدة نحو ٤ × ٤ الى ٥ × ٥ والخازوق مقطوع عند نهايته ومشطوف على شكل هرم ناقص يتصل به القدم وبعد ان تدق الادلة نحو ٦٠ م في التربة تربط مع بعضها بمدايات افقية من خشب قطاعه نحو ٦ × ٦ ويكون كل مدايتن مقابل بعضهما على مسافة بينهما تساوى عرض الستائر

الخشبية التي سيصير دقها



ويبدأ بربط الادلة بزوجين من المدادات
احد هما عند سطح الارض والآخر عند اعلا
الادلة ثم يبدأ بدق الستائر في الفراغ الذي بين
المدادات والغرض من المدادات هو ابقاء الستائر
في مستوى رأسى وفي الايام كن المعينة لها
في التخطيط



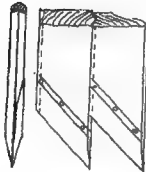
رأس من حديد
رأس من حديد

شكل ١٣٤

والستائر الخشبية مديية عند نهايتها السفلى لاتجاه
واحد ولكل ستارة قدم من الحديد مسمرها كما
هو مبين بالشكل ١٣٥ ويجب وقاية رؤوسها بأطواق
من الحديد ووضع وسادة من الخشب فوق
رؤوسها للدق عليها

دق الستائر الحديدية — اذا كانت الستائر من
النوع الخفيف الذي يزن نحو ١٥ ك ج للمتر

الطولى فتدق باليد بواسطة مطرقة من وزن نصف طن
ويبدأ بعمل الحفر أولا للعمق المناسب ثم
توضع المدادات الخشبية ثم تدق احدى الستائر
كدليل ويجب أن توزن رأسيا تماما ثم تعشق
الستائر الباقية مع بعضها ويجب أن يعمل الترتيب
اللازم لجعل عدد الستائر والزوايا موافقا لمحيط
الحفر بحيث تكون الشدة محكمة من جوانب
الحفر الأربعة وعند الزوايا أيضا



نوازل بر لوصية خشبية

شكل ١٣٥

ويلاحظ ان يكون خط الستائر رأسيا ولا يحد عن التخطيط والا فانه

يوجد صعوبة في نزعها

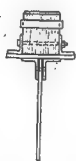
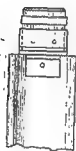
أما في الستائر التي من النوع الثقيل وكذا في حالة انزال الستائر لعمق
كبير فتستعمل مطرقة ثقيلة تشغل بونش يحرك باحدى القوى المحركة كالبخار

أو الكهرياء وتكون من وزن (١) طن الى (٢) طن

وإذا استعملت الستائر في سندجوانب بئر عميقة فتدق أولا احدى الستائر كدليل وتثبت تماما في التربة ويلاحظ أن تكون رأسية تماما ثم تدق ستارة أخرى الى عمق صغير بعد أن تعشق مع الدليل ويتبع ذلك في جميع الستائر الاخرى الى أن يتم تعشق ودق جميع الستائر الى عمق واحد تقريبا ثم يعاد الدق على جميع الستائر الى عمق آخر وبهذه الطريقة يتقى لدرجة ما انفصال احدى الستائر عن الباقي بسبب مصادفتها لاي عائق أثناء دقها وذلك لان وجود أقدام الستائر كلها على متسوب واحد تقريبا مما يساعد على التغلب على العوائق التي تصادف احدى الستائر لان الستائر في هذه الحالة تكون معشقة مع بعضها في كامل طولها

بخلاف ما اذا كانت أقدامها على مناسيب مختلفة فانها تكون معشقة في جزء من طولها فقط وكلما دقت الستائر الى عمق يحفر داخل البئر وتوضع المدادات والكباسات

وكل اطار من المدادات يجب ان يثبت بخواير توضع بين المدادات والستائر على مسافات وعند ما تستعمل مطارق ثقيلة للدق يجب وقاية رؤوس الستائر من التلف بغطاء خاص كما هو مبين بالشكل ١٣٦



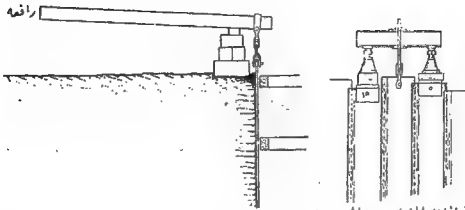
وبدلا من استعمال ستائر طويلة تكون ثقيلة وصعبة المناولة والدق فيحسن استعمال ستائر قصيرة ذات اثقال مناسبة ووصلها مع بعضها بواسطة خوص حديدية ويلاحظ أن تختلف مواقع الوصلات لئلا تكون موضع ضعف شامل

نظام رأس الخوازيير المبردة اللوم

شكل ١٣٦

وفي حالة استعمال المطارق الثقيلة يستعمل ونش لتشغيلها ويصير تحريك النش حول البئر بواسطة قارصيات ويجب لتسهيل عملية نزع الستائر تشحيمها قبل أن تعشق وتدق

نزع الستائر تشحيمها قبل أن تعشق وتدق



طريقة إزالة الخزائمية الحديدية المرفوعة بواسطة الكنته والرافعة
المرفوعة بواسطة العفاسيت

شكل ١٣٨

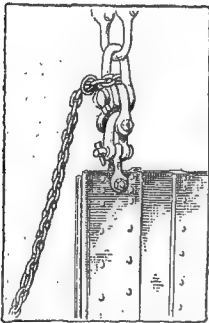
نزع الستائر الحديدية — تكون ازالة

الستائر الحديدية سهلة اذا كانت قد دقت رأسية ولازالها جملة وسائل فيمكن ازالها بواسطة جنزير مثبت في رافعيه وكنته تستعمل كنقطة ارتكاز Fulcrum وفي هذه الحالة تكون الستائر مخرومة عند رموسها لربطها بالجنزير ثم يصير رفع الجنزير بواسطة الرافعة Lever وأيضا بواسطة عفريته Screw Jacks وهذه تستعمل عادة للبدء في ازالة الستائر العاصية ثم تتم عملية الازالة بالرافعة والجنزير

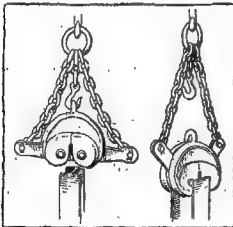
ويمكن ازالها ايضا بواسطة جنزير يعلق من كنته بكرات في اعلا نصب

كما هو مبين بالشكلين ١٣٨ و ١٣٩

وبعد رفع جميع الستائر الى منسوب الأطار الاسفل من المبادات يعادردم البئر أو حفر الاختيار وتكون طريقة الردم



ازالة الأتراج الحديدية بواسطة الكنته والبكره



شكل ١٣٩

حسب حالة العمل من حيث الاتساع والعمق وتلك الأتربة المردومة جيدا حتى منسوب الأطار الاسفل ثم تعاد عملية نزع الستائر وهكذا الى أن تنزع تماما

الباب السابع

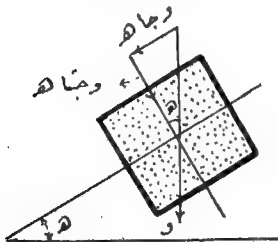
ضغط التربة وحساب الشدات

لحساب ضغط التربة على اخشاب الشدة والستائر يجب أن نشرح الاسباب التي تدعو الى حدوث هذا الضغط فكل تربة اذا تركت حرة تنهار على زاوية معينة مع الافق تختلف باختلاف نوع التربة فأذا ما حجرت التربة بسندها باخشاب الشدة أو بستائر من اى نوع أو بجائط ساند فان خاصية نزوع التربة الى الانهيار تسبب ضغطا على الجسم الذى يحجزها ويختلف مقدار الضغط تبعا لاختلاف نوع التربة

خاصية التماسك - لكل نوع من التربة قوة تماسك خاصة وهذه الخاصية تتوقف على درجة الرطوبة التى فى التربة فتزيد كلما زادت درجة الرطوبة وذلك الى حد معين ثم تبدأ فى النقصان اذا زادت الرطوبة عن هذا الحد وخاصية التماسك هى التى تعمل على مقاومة الانزلاق Sliding ويساعد فى ذلك الاحتكاك Friction بين ذرات التربة عند نزوعها الى الانزلاق

الاحتكاك - هو أحد العاملين المهمين فى مقاومة انزلاق التربة وقد وجد ان معامل الاحتكاك Coefficient of Friction = ظل زاوية الشو الطيعى ولبرهان ذلك نفرض صندوقين كل منهما مفتوح من أحد جوانبه وانه صار ملء كل من الصندوقين بنوع واحد من التربة ووضع الصندوقين فوق بعضهما بحيث أن الجانب المفتوح من كل صندوق وضع فوق نظيره من الصندوق الآخر كما هو مبين

بالشكل ١٣٧



شكل ١٣٧

فاذا فرضنا أن الصندوقين غير مثبتين ويمكن لاحدهما أن ينزلق على الآخر فإنه عند رفع السطح المشترك بين الصندوقين الى أعلا وأمالته بحيث يعمل الزاوية (هـ) مع الافق

والتي تبدأ عندها التربة بالنزوع الى الانزلاق على السطح المشترك فعندهذا الحد تكون القوة التي تدفع بذرات التربة الى الانزلاق مساوية للقوة التي تقاوم هذا الانزلاق وهي قوة الاحتكاك

فاذا فرضنا أن (و) هو وزن الجسم الذي في الصندوق الاعلا م ه هي الزاوية التي تنزع عندها التربة التي في هذا الصندوق الى الانزلاق على السطح المشترك وحللنا القوة (و) الى مركبتين Components احدها موازية للسطح الذي يحدث عليه الانزلاق والاخرى عمودية عليه
فقدار المركبة العمودية على سطح الانزلاق = و جتا ه

ومقدار الموازية لسطح الانزلاق يساوى (و جا ه) وهي القوة التي تسبب الانزلاق

ولما كانت قوة الاحتكاك وهي المقاومة للانزلاق = ث و جتا ه وفيها ث = معامل ثابت

وحيث أن القوتين تعادلتا فيكون قانون الاحتكاك هو

و جا ه = ث و جتا ه

أى ث = $\frac{\text{جا ه}}{\text{جتا ه}}$ = (ظا ه) وهو معامل الاحتكاك

ولكن عندما يبدأ الانزلاق على الزاوية ه تكون هي أكبر زاوية مع المستوى الافقى لا تنزلق معها التربة وعليه فيمكن اعتبارها مساوية لزاوية الشو (ه)

وتكون النتيجة أن ث = ظل زاوية الشو ه

زاوية الشو Angle of Repose هي أكبر زاوية تعملها التربة مع المستوى الافقى دون انزلاق او انهيار أى انها الزاوية التي يقف عندها انهيار التربة ووجود الرطوبة Moisture في التربة يقلل زاوية الشو ولكن في الوقت نفسه يزيد الضغط المسبب عن هذه التربة

وفيما يلي جدول يبين مقادير زوايا الشو لانواع التربة المختلفة

نوع التربة	زاوية الشو		١ - جا ϕ	أوزن بالكيلوجرام للمتر المكعب
	ϕ	ميل	١ + جا ϕ	
رواسب نهريّة	18°	١ إلى ٣	٥٣	١٤٢٠
طين جاف	26°	١ إلى ٢	٣٩	١٧٤٠
طين رطب	45°	١ إلى ١	١٧	١٨٩٠
طين مبلل	10°	٢ إلى ٣	٥٩	٢٠٥١
حصا غليظ	30°	١ إلى ١٧	٣٣	١٧٤٠
حصا مدرج الاحجام	40°	١ إلى ١٢	٢٢	١٨٩٠
طينة رملية جافة	40°	١ إلى ٢	٢٢	١٣٩٠
طينة رملية رطبة	45°	١ إلى ١	١٧	١٤٢٠
طينة رملية مشبعة بالماء	30°	١ إلى ١٧	٣٣	١٧٤٠
رمل جاف	35°	١ إلى ٤	٢٧	١٥٦٠
رمل مبلل	40°	١ إلى ٢	٢٢	١٧٤٠
رمل مشبع بالماء	30°	١ إلى ١٧	٣٣	١٨٩٠

بعد أن عرفنا زاوية الشو والعوامل المسببة والمقاومة لانزلاق التربة
واسباب ضغط التربة يمكننا الآن البحث في حساب هذا الضغط
وحساب ضغط التربة نظريات وقوانين كثيرة وأغلبها مبني على فرض أن
الضغط الجانبي مسبب عن وزن منشور من التربة (أ ن ح)
على شكل خابور والذي قاعدته ح عبارة عن مستوى الانفصال للتربة
Plane of Rupture وهو المنصف للزاوية ($90^\circ - \phi$) (الشكل ١٠) فييين نختدقا
سطح الأرض أفقيا عند أحد جانبيه ويعمل زاوية مقدارها ϕ مع المستوى
الأفقى عند الجانب الآخر فإذا كان ب هو جانب الجنبين
وكان ح = ثقل وحدة الاحجام من التربة المسنودة بالشدّة
وكانت ص = محصلة الضغوط للتربة المسنودة
وكانت ر = المركبة الأفقية للمحصلة ص
والزاوية ϕ = زاوية الشو و ب ر

$$v = \left\{ \frac{\phi \text{ جا } 1}{\phi \text{ جا } + 1} \right\} \frac{٢٤٤}{٢} = v$$

وفي حالة ما يكون v مائلا وموازيا لسطح الارض الذي يعمل زاوية
مع الافق فان $v = v$ جتا هـ
فاذا كانت الزاوية هـ = صفر كما هو الحال في الماء فان

$$\frac{٢٤٤}{٢} = v = v$$

وفي كل الاحوال السابقة v تختلف مع مربع الارتفاع كما هو الحال في
ضغط الماء وعليه فقد اعتبر أن محصلة الضغط للتربة تؤثر في نقطة تبعد بمقدار
ثلث الارتفاع من أسفل ووحدة جهد الضغط عند أى نقطة يمكن إيجادها

$$\frac{٢ v}{١٤} = v \quad \text{من القانون}$$

وبما أن زاوية الشو تفرض عادة ٣٠° فيكون القانون في الحالة التي فيها
سطح الارض أفقيا هو

$$\frac{٢٤٤}{٦} = v = v$$

$$\frac{١٤٤}{٣} = v$$

فاذا كان سطح الارض محملا بأثقال اخرى خلاف التحميل الاضافي
الناتج عن ناتج الحفر والذي يعتبر أنه يحمل على حافة الخندق ويعمل
زاوية مساوية لزاوية الشو ϕ مع المستوى الافقي فانه يصير تحويل الاثقال الاخرى
الى ارتفاع من التربة فوق سطح الارض يكون سطحه أفقيا ويجب ادخال
تأثير الهزات التي تنشأ من حركة المرور ومن دق الالواح ومن آلات الحفر
ضمن هذا الارتفاع وهذه التأثيرات تفرض مقاديرها حيث أنه لا يمكن
حسابها وقد يحدث أن تتجمع مياه الرش في التربة المسنودة بالشدة فتصبح
شبه سائل ويصبح ضغطها مساو تقريبا لضغط ماء بارتفاع التربة المسنودة

وهذا هو أقصى ما يمكن الذهاب اليه في حساب ضغط التربة على الشدة الا في الحالات الاستثنائية التي يشاهد فيها أن التربة تتحول فعلا الى روبة لها خواص السوائل

ففي هذه الحالة يمكن افتراض أن ضغط التربة اكثر من ضغط الماء اذ أن وزن التربة يكون اكبر من وزن الماء للحجم واحد وهذا اذا فرضنا أن ذرات التربة قد فقدت خاصيتي التماسك والاحتكاك فقدانا تاما وأصبحت حرة في الحركة كما لو كانت ذرات سائل وأن الضغط ينقل من الذرات العليا الى الذرات السفلى رأسيا ثم جانبيا الى الشدة الى أن يصبح للتربة ضغط في كل اتجاه كما هو الحال في السوائل فلو صح هذا الفرض لضغطت التربة التي خارج الخندق على التربة التي تحت قاع الخندق بضغط مساو للضغط المسبب عن ارتفاع التربة التي خارج الخندق فرفعتها داخل الخندق الى سطح الارض ولكن هذا لا يحدث والذي يحدث فعلا أنه في بعض الاحوال ترتفع التربة داخل الخندق فوق قاعه الى ارتفاع معين ثم تصبح في حالة توازن ولكن لاتصل في ارتفاعها داخل الخندق الى سطح الارض مطلقا وهذا يكون في بعض انواع التربة الرملية الرفيعة أو المشبعة بالماء

ويظهر من ذلك أن جزءا بسيطا من التربة المجاورة للشدة هو الذي يتحول الى حالة السيولة ومتى رفع هذا الجزء داخل الخندق فانه يسبب ضغطا على التربة التي تحته فتعود بذلك الى التربة خواصها الطبيعية فاذا اعتبرنا أن التربة قد حولت الى سائل وحسبنا الضغط على هذا الاعتبار

$$\frac{1412}{2} = \text{فان ص}$$

$$1412 = \text{ثقل الماء لوحدة الاحجام} = 1 \text{ أى}$$

$$\frac{14}{2} = \text{ص}$$

$$\text{واذا اعتبرنا التربة في حالتها الطبيعية فان ص} = \frac{1412}{2} \cdot \frac{1 - \phi}{1 + \phi}$$

٦ ع = ١٨٠ طن للتر المكعب

$$\text{فاذا كانت } \phi = ٣٠^\circ \text{ فان } \psi = \frac{١٨٠}{٢} \times \frac{١}{٢} \times ٢٤ = ٢٤٣٠$$

وعلى ذلك يكون الضغط في حالة اعتبار التربة ماءً ضعف الضغط تقريبا في حالة اعتبار التربة في حالتها الطبيعية
وللوصول للبقدار الصحيح لضغط التربة المشبعة بالماء يجب أن نعرف وزنها الحقيقي في حالة تشبعها بالماء
فمن المعلوم أن كل أنواع التربة تحوى مساما بنسب مختلفة عادة من ٢٠٪ الى ٤٥٪

فاذا فرضنا أن وزن وحدة الاحجام للتربة الجافة هو ح طن للتر المكعب فان وزن وحدة الاحجام للتربة المشبعة يكون

$$\frac{\psi}{١٠٠} + ح = ٢٤$$

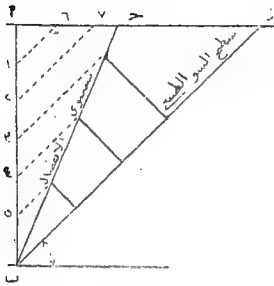
وفيه ح هو مقدار وزن وحدة الاحجام للتربة المشبعة

$$\psi = \frac{\text{نسبة المسام وذلك باعتبار وزن وحدة الاحجام للماء}}{١٠٠} = ١$$

وعلى ذلك فوزن التربة المشبعة يزيد عن وزن التربة الجافة من ٢٠. الى ٤٥. طن في المتر المكعب هذا مع اهمال تأثير التعويم وفي الوقت نفسه يقل مقدار زاوية الشو بسبب تشبع التربة بالماء وهذه هي حالة التربة التي تحت منسوب المياه الجوفية

أما التربة التي فوق منسوب الماء الجوفى والتي تصعد اليها المياه بالخاصة الشعرية فيمكن اعتبار وزنها لوحدة الاحجام بين حالتى الجفاف والتشبع بالماء وكذا زاوية الشو وهذه التربة هي التي ذكرت في الجدول المبين بهزايا الشوكائها التربة الرطبة

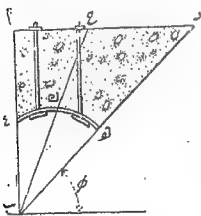
وليبيان ذلك تخطيطيا Graphically نفرض أن اب هو الشدة وأنها مكونة من طبقات كما هو مبين بالشكل ١٤١



شكل ١٤١

فإذا ازلنا الشدة فإن التربة تنهار الى المستوى ب و فإذا أعدنا الشدة ثانية بعد ازالتها وردنا الفراغ ا ب و ثانيا بعد انهياره فإن الجزء (ا ب و) من التربة والمحموز بالشدة هو الذي يسبب الضغط عليها وأن لا تأثير مطلقا للتربة التي تحت السطح ب و على الشدة ا ب إذا بدأنا الآن بإزالة الشدة طبقة بعد أخرى فإننا أولا الطبقة ١ - ١ ثم

١ - ٢ ثم ٢ - ٣ وهكذا فالجزء من التربة ١ - ١ - ٢ - ٣ ثم ٣ - ٤ - ٥ - ٦ - ٧ ما يليه وهكذا يميل الى الانهيار على الاسطح ١ - ٢ - ٣ - ٤ - ٥ - ٦ - ٧ الموازية لسطح الشو الطيعي ويتسبب عن ذلك ضغوط متناسبة مع مسطحاتها قبل ازالة الألواح وعند ما تزال الألواح الى عمق كاف مثل ١ - ٤ فإن سطح التربة يحوز خاصية التقوس بين ١ - ٤ (و هـ) وتؤدي التربة عمل عقد Arch فتصبح قادرة على حمل جسم التربة الذي فوقها ا ب و هـ ٤ فإذا فرضنا أن السطح ٤ هـ سند بتلوينحه من الخشب وربط بجاويزات داخل جسم التربة كالشكل ١٤٢ فجميع التربة التي تحت السطح ٤ هـ يمكن حفرها بكل أمان



شكل ١٤٢

وللوصول الى معرفة ضغط التربة على السطح ١ - ٢ في المتر الطولي شكل ١٤١ يضرب حجم الجسم ١ - ٢ - ٣ في الثقل النوعي للتربة Specific Gravity ويقسم الحاصل على ظا ϕ وبمثل هذه الطريقة يمكن إيجاد الضغط على كل طبقة من طبقات الشدة أو كل لوح على حدة

فعلى السطح ١ - ٢ يؤخذ وزن الجسم ١ - ٢ - ٣ - ٤ - ٥ - ٦ - ٧ وهكذا ونقطة تأثير الضغط المسبب عن وزن كل جسم تكون عند تقاطع الخط الذي يمد

من مركز ثقل الجسم موازيا لمستوى الشو مع السطح المطلوب ايجاد الضغط عليه وتكون نقطة تأثير محصلة الضغوط Resultant Pressure هي نقطة تقابل الخط الذي يقام موازيا لمستوى الشو من مركز ثقل المثلث ١ ب ح مع السطح ١ ب و هي في الثلث من قاع الخندق ومن ذلك يتضح أن جسم التربة الموجود داخل المنشور ١ ب و ينقسم الى قسمين عند السطح ب ح فالمنشور ١ ب ح يميل الى الانهيار ويسبب ضغطا على الشدة والجسم ب ح و يلقي بثقله على مستوى الشو (ب و)

١. يكون الخط البياني للضغط باعتبار الجسم المسنود ماء
وبما أن وزن الماء = ٧٠٪ تقريبا من وزن التربة فإذا أخذنا نقطة ح
بحيث أن ب ح = ٧٠ من ب م فإن ا ح يكون الخط البياني النسبي
للضغط فإذا نقلنا من الشكل السابق المنحنى ١-٢-٣-١٠-١٣
— ب على هذا الشكل فإنه يمكن المقارنة بين المنحنيين اللذين يمثلان ضغط
التربة الجافة وضغط الماء في شكل واحد

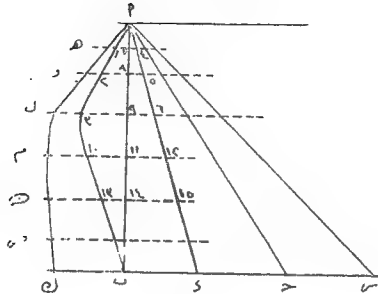
وفي حالة التربة الشبه سائلة أو الحاملة للماء أى التى فيها كل الفجوات الموجودة
بين ذرات التربة Voids مملوءة بالماء (وهذا الماء يمكن التخلص
منه بواسطة صرفه فى مجارى أو نزحه بطلببات أو طرده بالهواء المضغوط)
فأنه عند ما تعرض الشدة الى ضغط التربة والمياه التى بين مساهما ما فلا يمكن
اعتبار الضغط كأنه مولد عن ضغط الماء بكامل مقداره مضافا اليه ضغط التربة
بكامل مقداره باعتبار ثقلها النوعى فى المياه

كما أنه لا يمكن أن نفرض أن الضغط مسبب عن حجم جسم شبه سائل ثقله
النوعى يساوى وزن التربة وما يتخللها من الماء معاً
ومن الواضح انه مادام لا يوجد للمياه التى تتخلل مسام التربة حركة
تسبب انحرافا فان هذا الماء لا يغير كثيرا فى تأثير الضغط المسبب عن حجر
التربة المسنودة وذلك بسبب تأثيرها على خاصية تماسك ذرات التربة وكذا
بتأثيرها على الثقل النوعى للتربة بسبب تعويمها

والفرض الاقرب الى الصحة والذى يمكن الاخذ به ليكون المهندس على
جانب الامن هو أن نهمل تأثير تقليل الوزن بالتعويم الناشئ عن تحلل المياه
لذرات التربة وأن نعتبر الضغط الواقع على الشدة كأنه الضغط الناشئ عن
التربة الجافة مضافا اليه الضغط الناشئ عن المياه التى تتخلل ذرات التربة

فاذا فرضنا للسهولة ان مسام التربة هى ٥٠٪ من حجمها فان وحدة الضغط
على أى عمق يمكن قياسها

بين ا ب ١٩ ا ل ك فى الشكل ١٤٤



شكل ١٤٤

وفيه $\frac{ب}{ب} = \frac{ح}{ب}$ أى هو الخط البياني للضغط المسبب عن المياه التى

تتخلل فجوات التربة

وبما أن ١ - ٢ - ٣ - ١٠ - ١٣ - ب يمثل الخط البياني لضغط التربة الجافة فانه بإضافة الاحداثيات ه - ١ مساويا الى ٧ - ٤ و ٢ مساويا الى ٨ - ٥ الخ يمكن الحصول على المنحنى البياني ا - ه - و - ل - م - د - ص - ك لضغط المياه التى بين المسام وضغط التربة متحدين فاذا كانت المياه اعلا أو اوطى من سطح الارض فيجب مراعاة ذلك عند رسم المنحنى البياني لضغط المياه

ملحوظة - يستعمل فى إيجاد احداثيات منحنى الضغوط للتربة الجافة نظرية رانكين السابق شرحها بأسباب

حساب الشدات

بعد حساب الضغوط يصير تصميم قطاع المدادات والكباسات والواح الشدة الأخرى سواء الأفقية أو الرأسية تبعا لحالة الشدة المستعملة

فبحسب المدادات بحيث تقاوم أقصى عزم أثناء Max. B. M. وأقصى جهد للقص Max. Sh. F.

ويلاحظ عند حساب أقصى عزم انشاء واقصى جهد القص ادخال كل القوى المؤثرة والاحمال الاضافية والاحمال الحية Live Loads وفرض جهود في نظير الهزات التي قد تحدث إن كانت ذات تأثير كبير

بعد حساب أقصى عزم انشاء واستخراج قطاع المدادات منه يصير حساب وحدة جهد القص Intensity of Sh. Stress لهذا القطاع من أقصى جهد للقص ويجب ان ينتخب قطاع المدادات بحيث يكون مأمونا

ثم تحسب ردود الافعال عند نهايات الكباسات ويستخرج منها قطاعها على اعتبار انها اعمدة محملة بردود الافعال ويلاحظ ان يجعل ارتفاع كل من المدادات والكباسات متساويا ثم يصير حساب الالواح الاخرى كل تبعا لحالته ونوع الاحمال المحمل بها وهذه الطريقة للحساب هي في جانب الامن لان الواقع أن الجهود المؤثرة هي أقل من المفروضة سابقا لأن المعتاد أن يكون حفر الخنادق لوقت قصير وأن خاصية التماسك في كثير من انواع التربة تقلل من مقادير الجهود بنسب كبيرة وهذه الطريقة في الحساب تعطى ابعادا مختلفة للمدادات والكباسات التي في شدة واحدة خصوصا اذا كان عمق الحفر كبيرا ولكن المتبع عمليا أن تستعمل كل المدادات من ابعاد واحدة وكذا كل الكباسات

والرجل العملى الذى له خبرة بأنواع التربة وشدجوانها لا يلجأ للحساب الا للاسترشاد ويعتمد على تقديره في اختيار ابعاد الشدة

حساب الستائر — طريقة الحساب السابقة يمكن تطبيقها عند حساب قطاعات الستائر الساندة للتربة أما اذا كانت الستائر ساندة للماء كما هو الحال في الصناديق المحيطة القاطعة للماء Cofferdams فتحسب باعتبار الثقل النوعى للماء للماء

الباب الثامن

الاساسات

انواعها وتصميمها

قد شرحنا الى هنا كيف يبدأ المهندس بعمل مساحة جيولوجية ثم الكشف عن تكوين وتركيب طبقات التربة بالطرق المختلفة ثم طرق الحفر المتباينة التي يستعملها لكل حالة تصادفه وكيفية مكافحته للصعوبات التي تظهر أثناء الحفر وكيفية شد الحفر لوقيته فلم يبق أمامنا الآن الا أن يضع المهندس أساس الاعمال ولكن نرى أن نبحت أولا الاسباب التي تدعو الى فشل تصميمات المهندس والعوامل التي باها لها يعرض أعماله وأساساته للسقوط ويمكن اعتباره هذه الاسباب أربعة

١ — الهبوط

٢ — الزحف

٣ — الانزلاق

٤ — النحر

وفيما يلي شرح لكل منها باسهاب

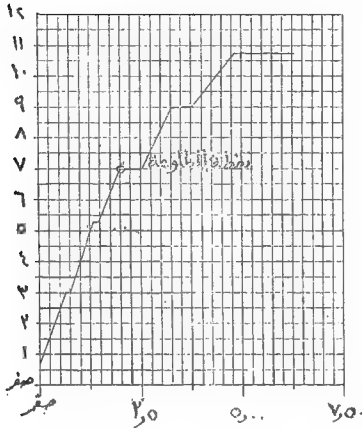
الهبوط

عبارة عن نقل التربة وكذا المنشآت من المستوى الافقى التي هي عليه الى مستوى أفقى آخر على منسوب منخفض عنه وقد يحدث هذا الهبوط في جزء من المبنى دون الجزء الآخر كما أنه قد يحدث في المبنى جميعه وذلك حسب نوع التربة التي تحت جزء من البناء أو تحت البناء كله فان كانت التربة ضعيفة تحت جزء من البناء وقوية تحت باقى البناء فإن التربة ومعها البناء يهبطان في الجزء الضعيف دون باقى البناء وان كان البناء كله على تربة ضعيفة فإن الهبوط يشمل البناء كله

وقد يحدث الهبوط قبل اتمام البناء ويستمر بعد اتمام البناء وكذا بعد ان يستقر البناء قد يحدث هبوط آخر بسبب تقلقل التربة الى تحته الناشئ عن حفر مجاور للبناء

والهبوط يعزى الى اسباب كثيرة منها ان الحفر في التربة وتهيتها بتفكيكها أو نزع المياه يسبب تفككا في سطح الطبقة التي سيصير التأسيس عليها وتحميل تربة هذه حالتها ينشأ عنه ضغط السطح المفكك فالهبوط كما أن الحفر وازالة ارتفاع من التربة يتسبب عنه رفع حمل كبير كان واقعا على سطح التأسيس ونظرا لمرونة التربة فإن هذا السطح قد يرتد الى اعلا عند رفع التربة التي فوقه فيعود الى الهبوط ثانية بسبب تحميله بالاساس والبناء الذي فوقه ولكن الضغوط المسببة عن الاساس والبناء هي أكبر من الضغوط التي كانت مسببة عن التربة التي ازيلت بسبب تهيتها سطح التأسيس وبذا تنضغط التربة عند سطح التأسيس الى أكثر مما كانت عليه قبل الحفر وذلك تبعا لقابليتها للانضغاط Compressibility فإن كانت التربة رخوة وقابليتها للانضغاط كبيرة فقد يستمر الهبوط الى نقطة المطاوعة Yield Point فإذا كانت الاحمال كبيرة لدرجة يصل معها الهبوط الى نقطة المطاوعة او ما بعدها فإن التربة تفقد مقاومتها للانضغاط ويحدث اما قلقلة التربة Displacement تحت تأثير الضغوط أو تفتت ذراتها أو سحقها Crushing ويتسبب عن ذلك اضرار جسيمة بالاساس والبناء فإذا كان ط هو مقدار الهبوط المسبب عن ضغط ص/كجم /سم^٢ فإن ص = ث × ط وفيها ث مقدار ثابت يختلف باختلاف نوع التربة ومقدارها أكبر في التربة الصلبة عن نظيره في التربة الرخوة وهذا القانون يسرى الى نقطة المطاوعة وبعدها يزيد الهبوط زيادة غير متناسبة مع الضغط والشكل ١٤٥ يبين ذلك فالاحداثي الرأسى يبين الحل بالطن على القدم المربع والافقى يبين مقدار الهبوط بالسنتيمتر ولغاية نقطة المطاوعة اذا ازيل التحميل الذى على التربة فانها ترتد ويزول الهبوط كله أو جزء منه حسب مرونتها Elasticity وبعد هذه النقطة لا ترتد التربة عند ازالة الاحمال ويلاحظ تأثير فترات الانتظار واستمرار

الهبوط فيها خصوصاً بعد نقطة المطاوعة



شكل ١٤٥

فلنفرض أن نقطة المطاوعة عند الحمل ص، فإذا فرضنا أننا حملنا التربة بحمل ص_٢ أكبر من ص_١ فعند إزالته تبقى التربة متأثرة بهبوط مقداره ط_٢ أكبر من الهبوط ط_١ الحادث عند نقطة المطاوعة وفي بعض الحالات إذا تخلى في تحميل التربة نقطة المطاوعة فإنها تستمر في الهبوط بلا توقف ولكن ببطء.

مرونة التربة وقابليتها للانضغاط Elasticity and Compressibility - كل أنواع التربة تقريباً فيها خاصية المرونة ولكن بدرجات متفاوت حسب نوع التربة ومقدار تماسكها وكمية المياه التي بها وخاصية المرونة هي التي تجعل التربة تنزع دائماً إلى الارتداد بعد إزالة الاحمال المسببة لانضغاطها وكثيراً ما يشاهد ذلك عند تحميل خازوق ثم رفع الحمل الذي فوقه وكذا عند تحميل جدار على عفاريت أو كتل خشبية في حالات التنكيس ثم إخلائها من التحميل ولكن التربة تفقد خاصية المرونة عند ما تزيد الاحمال عن نقطة المطاوعة وهذه النقطة

يعبر عنها بمقدار الحمل الذى تفقد التربة عنده مرونتها فستمر في الهبوط ولا ترتد عند ازالة الحمل الذى عليها وتختلف مقادير نقط المطاوعة تبعاً لنوع التربة وتركيبها

والتحميل الغير منتظم على التربة ينشأ عنه تحميل جزء منها بجهود اكبر من الجزء الآخر فينشأ عن ذلك فقد هذا الجزء لمرونته وانضغاط التربة وهبوطها في هذا الجزء

ومن المعلوم أن بعض أنواع التربة متماسكة بمواد لاصقة Cementing Materials وينشأ عن التماسك أن تصبح أكثر ثباتاً من التربة المفككة وتكون زاوية الشو في التربة المتماسكة اكبر من نظيرتها في التربة المفككة فاذا تلفت هذه المواد اللاصقة من تأثير الضغط الواقع على التربة فان التربة تصبح مفككة وأكثر قابلية للانضغاط والهبوط

أما في التربة المفككة فان الحمل ينقل من الطبقات العليا الى الطبقات التى تليها عن طريق حبات التربة ولما كانت أحرف Edges الحبات هي أضعف جزء فيها فانها تنفتت تحت تأثير الضغوط اذا زادت هذه عن قوة تحملها ويصحب ذلك عادة انضغاط التربة وهبوطها وتختلف مقاومة الحبات للفتت تبعاً لتركيبها

وبما أن أكثر أنواع التربة تحوى مواداً عضوية بنسب مختلفة وخصوصاً القريب منها من سطح الارض كالتربة النباتية Peat وبعض أنواع التربة الجيرية وبما أن تأثير الضغوط على المواد العضوية سيء اذ يتسبب عنها انضغاطها وتقلصها Shrinkage فمن المعتاد عدم التأسيس أو البناء على التربة التى تحوى مواداً عضوية Organic Matters ومن العوامل التى تؤثر على مقدار قابلية التربة للانضغاط مقدار ماتحويه بين حباتها من ماء فان التربة الناعمة الحبات Fine Grained اذا كانت تحوى ماءً كثيراً فان وجود الماء يؤثر على حبات التربة بتعويمها وبذا تصبح هذه الحبات قابلة للانضغاط تحت تأثير الاحمال. وبما أنه تحت تأثير الضغوط قد تتخلص التربة من جزء من كمية الماء الذى بها بسبب صرفه الى جهات أخرى فقد تقل قابلية التربة للانضغاط متى

ضغطت بالحمل الواقع عليها وهذا في التربة التي تكون قابلة للتخلص من بعض الماء الذي بها

أما ان كانت التربة طينية مندرجة رفيعة الحبات بحيث لا تسمح لجزء من مياهها أن يتسرب فأن التربة تكون أقل قابلية للانضغاط بسبب احتفاظها بما فيها من ماء

الزحف Flowing

يحدث الزحف بسبب تشبع التربة بالماء ويكون الزحف في هذه الحالة على نوعين

الاول ينشأ عن نحر الماء لحبات التربة كأن يسير الماء تحت ضاغط Head كما هو الحال في قناطر الحجز والاهوسة وما إليها

والنوع الثاني ينشأ عن الضغط المباشر على التربة المشبعة بالماء وقد يكون الزحف نتيجة عدم تماسك التربة فتزحف تحت تأثير ثقل التربة الذي فوقها أو تحت تأثير الضغوط الناشئة عن المباني

وكما أن الزحف قد ينشأ عن عدم تماسك حبات التربة فقد ينشأ عن التماسك المفرط Exceeding Cohesive strength والزحف في مثل هذه الحالة يكون عادة بطيئا ومائلا لحالة السوائل اللزجة Viscous Liquids ولا يبدأ الزحف في مثل هذه الحالة الا بعد تخطى جهد معين تبعا لتركيب التربة ولكن متى بدأ الزحف فإنه يستمر حتى على جهد أقل من الجهد الذي كان لازما لبده الزحف

الانزلاق

عبارة عن انزلاق المادة المكونة للتربة على طبقة التربة التي تحتها وبوجه خاص اذا كانت هذه الطبقة منحدره ومن نوع زلق من تأثير وجود المياه وكذا من انخفاض منسوب الماء الفجائي في التربة كما يحدث بسبب انخفاض المياه بالانهار المجاورة مثلا أثناء التحاريق فأن التربة التي تكون مشبعة بالماء

أثناء الفيضان تنزلق بمجرد انحسار الماء عنها وذلك لان الماء كان يعمل على حفظها في مكانها

التآكل أو النحر Erosion

ينشأ النحر عادة من سرعة المياه بين حبات التربة وعلى أسطحها كما يحدث في حالة مواقع القناطر مما يستدعى تكسية جوانب وقاع المجرى بالاحجار وكذا ما يحدث في التربة تحت فروشات القناطر بتأثير الضاغط المائي المسبب عن فرق التوازن مما يستدعى حجز التربة بستائر أو تطويل خط الرشح حتى تنعدم سرعة الماء.

وكذا تغيير مناسب المياه بطبقة التربة من عوامل نحرها وقد يكون النحر نتيجة فعل الرياح على التربة فيكشف أساس البناء وكذا من تأثير العوامل الجوية الأخرى ولذا يجب عمل التأسيس على عمق كاف من سطح الأرض وقاية من الرياح والعوامل الجوية الأخرى

الاساسات

الآن يمكننا شرح طرق التأسيس المختلفة وكيفية تصميم كل منها مع المحافظة على سلامة البناء

قبل البدء بتصميم الاساس لاى عمل يجب عمل المباحث اللازمة للوصول

الى معرفة قوة تحمل التربة Safe Bearing Capacity or Bearing Power

ويجب الحصول عليها من نتائج تجارب التحميل على نفس التربة التى سيقام عليها الاساس أما النتائج الموجودة عن أعمال سابقة فلا يمكن الاعتماد عليها كما سبق أن بينا الا من حيث أنها تعطى فكرة سطحية للمهندس

وفيما يلي كشفاً بين انواع التربة المختلفة وقوة تحمل كل منها

نوع التربة	قوة تحمل التربة بالكيلو جرام/سم ^٢
الصخور الصماء (الصلبة)	١٥ - ٤٠ كجم/سم ^٢
» » المتوسطة	١٠ - ١٢ »
» » الضعيفة	٥ - ٨ »
الحصا المندمج أو المتماسك	٤ - ٦ »
» الغليظ	٣ - ٤ »
» المفكك	٢ - ٣ »
رمال وحصا متماسكة	٤ - ٥ »
» » مفككة	٢ - ٣ »
الرمال - حرشة جافة أو مبللة	٣ - ٤ »
» - ناعمة جافة	٢ - ٣ »
» - ناعمة مبللة	٢ »
الرمال الزئبقى	صفر - $\frac{1}{4}$ »
الطينة الصفحية	٦ »
» الصلبة الجافة	٤ »
» الرخوة المبللة	١ »
» الرملية الجافة	٣ »
» » المبللة	١ »
رواسب نهريّة	$\frac{1}{4}$ - $\frac{3}{4}$ »
الردم	صفر - $\frac{1}{4}$ »

تقسيم الاساسات

تنقسم الاساسات الى قسمين

١ - الاساسات المنتشرة Spread Foundations

٢ - الاساسات العميقة Deep Foundations وتشمل الخوازيق والعلب

والآبار

الاساسات المنتشرة

نظرية تصميم الاساسات المنتشرة مبنية على توزيع الحمل على مسطح معين من التربة بحيث ان جهود الضغط التي تحدث على التربة من تأثير الحمل لا تتجاوز قوة تحمل التربة ولهذا يكون مسطح الاساس اكبر من مسطح الحائط أو العمود الذي يحمله فيبرز الاساس المنتشر عن الحائط في كل اتجاه ولكن هذا البروز له حدود كما سنشرح ذلك فيما بعد

والاساس المنتشر يقوم بتوزيع الضغوط على التربة التي تحته توزيعا غير متساو ولا منتظم بل متباين تبانيا كبيرا

فاذا فرضنا ان ص هو مجموع الاحمال الرأسية الواقعة على التربة تحت الاساس وكانت نقطة تأثير ص في منتصف الاساس

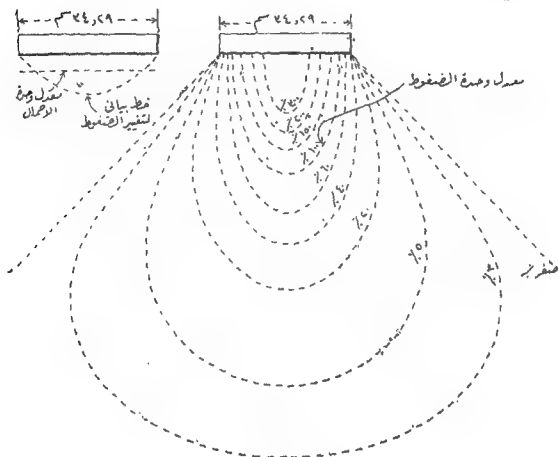
فقد دلت دراسة توزيع الضغوط والاختبارات التي عملت لهذا الغرض على أن الحمل ص يوزع الى ضغوط يمكن ان تمثل باحداثيات يتكون عنها قطعا مكافئا يكون اكبر احداثياته في المنتصف عند نقطة تأثير الحمل وتصغر الاحداثيات تدريجيا حتى تتلاشى اذ يتلاشى تأثير الحمل اذا كان الحمل مؤثرا في وسط الاساس

ولكن في المسطحات الكبيرة يكون الخط البياني للضغوط عبارة عن قطعين مكافئين مماسين لخط افقي في الوسط

ولشرح ذلك بوضوح تام نورد المثل الآتي

وجد ان توزيع الضغوط على اساس مستدير قطر ٣٤.٢٩ سم هو كالملين بالرسم رقم ١٤٦

اى ان الضغط عند المنتصف ثلاثة اضعاف معدل الضغوط الذى يساوى
ص. ب. مسطح الاساس ثم تختلف الضغوط بنسب مختلفة لمعدل الضغوط كما
هو مبين بالشكل ١٤٦



شكل ١٤٦

ووجد ان جميع هذه الخطوط البيانية التى تبين نسب الضغوط لمعدل الضغوط
عند كل نقطة من الاساس مشمولة ضمن زاوية قدرها ٩٠° مع الافق
ويلاحظ ان هذه النسب هى خاصة بالحالة موضوع البحث فقط ولكنها
تختلف فى اى حالة اخرى وقد دلت الاختبارات على انه كلما زاد المسطح كلما
زادت الاختلافات

الاساسات العميقة

تقوم بنقل الحمل الى الطبقات التى تدق اليها اما للارتفاع بصلابتها ومقدار
قوة تحملها الكبير واما للارتفاع بمقاومة الاحتكاك على جوانب الخوازيق
او العلب او مالىها نظرا لكبر العمق الذى تدق اليه

وفي حالة الاساسات العميقة كلما زاد العمق كلما زاد المسطح الذي يوزع الحمل عليه وكل اساس يمكن اعتباره مكونا من وحدات تنقل الحمل الذي عليها الى التربة التي تحتها بحيث تصبح التربة حول الخازوق مضغوطة داخل جسم يشبه المخروط. Connoid يتزايد في مسطح قطاعاته من اعلا الى اسفل فاذا امكن بناء على هذه النظرية الارتفاع بكل مسطح الارض عند الطبقة التي تدق اليها الخوازيق (وذلك لا يكون طبعا الا اذا كان عدد الخوازيق كافيا لهذا الغرض) بحيث تكون الاشكال الشبه مخروطية المولدة عن الخوازيق متماسة عند قواعدها فغاية ما يمكن تحميله لمسطح الارض في هذه الحالة هو مسطحها مضروبا في قوة تحملها

وهذه هي الحدود التي يمكن الوصول اليها في تصميم أى أساس سواء منتشرا او عميقا ولا يخفى ما في ذلك من اقتصاد اذ يستغل المهندس كل المسطح الذي سينى عليه في مقاومة الاحمال فاذا وصل بالخوازيق الى عمق يكون معه كل مسطح الارض مسخرا في مقاومة الاحمال فان دق أى خوازيق في الارض بعد هذا الحد لن يكون ذا فائدة تذكر ولا يمكن الاعتماد حتى على مقاومة الاحتكاك بين جوانب هذه الخوازيق والتربة لان الاحتكاك له قيمته فقط طالما انه يساعد في نقل الاحمال الى طبقات أعمق أما وقد وصلنا الى دق عدد معين من الخوازيق لغاية طبقة على عمق أصبح عنده كل مسطح الارض مسخرا فكل زيادة في عدد الخوازيق تعتبر اسرافا

تصميم الاساسات المنتشرة

اذا كانت الطبقة التي سيوضع فوقها الاساس ذات قوة تحمل كبيرة فيعمل أساس منتشر لانه أوفر في مثل هذه الحالة ويلاحظ عند عمل الاساسات المنتشرة عدم مخالفة لوائح التنظيم لانها لا تسمح بيزور الاساس عن البناء الا بمسافة معينة في الشوارع فاذا وجد أن تصميم الاساس المنتشر يستدعي بيزور أكبر من المقرر في لوائح التنظيم فيعدل عن تصميم أساس منتشر ويعمل أساس عميق واذا كان بيزور الاساس المنتشر كبيرا وجب تسليحه بأسياخ أو

قضبان وبما أن تكاليف ذلك قد تزيد عن تكاليف اساس عميق فيجب عمل مقارنة واختيار الاقل كلفة

والاساسات المنتشرة تصمم عادة على اعتبار ان الحمل يوزع بانتظام على التربة التي تحت الاساس

فاذا فرضنا أن الحمل الرأسى ص طن وأن مسطح الاساس ب^٢ متر مربع

فان معدل الضغوط تحت الاساس يعتبر $\frac{ص}{ب^٢}$ طن / م^٢ ويجب ان يلاحظ

في التصميم ان لا يزيد معدل الضغوط عن قوة تحمل التربة مع استعمال معامل امن حتى لا يحصل هبوط ويلاحظ أن تصميم الاساس على هذا الاعتبار هو في جانب الامن لان الضغوط تقل كلما اتجهت من منتصف الاساس نحو حافته فمن باب الاقتصاد ان يعمل الاساس مدرجا نحو حافته

ولكن يحسن أن يكون الاساس ذا سمك واحد في الاساسات الصغيرة زيادة في الامن ولو ان ذلك يزيد الحمل على التربة ويزيد في هبوطها ولكن في الاساسات الكبيرة تدرج الاساسات لمراعاة الاقتصاد

فاذا كانت التربة من الأنواع التي ترحف اذا ما تأثرت بضغط لتشبعها بالماء أو لرشح المياه تحت تأثير ضاغط من بين حباتها كما هو الحال في القناطر وما إليها أو اذا كانت التربة معرضة للزحف بسبب حفر في المستقبل لاساسات مجاورة لها أو لسبب رشح المياه التي فيها الى المجارى أو بسبب سحب المياه من الحفر بواسطة طلبات أثناء التنفيذ

فيلزم اتخاذ احتياطات فعالة لحجز التربة ومنعها من الزحف (Creep) فبعد أن يحوط الحفر بستائر من أى نوع لتقليل الرشح ومنع زحف التربة يصير الحفر للاساس الى منسوب يؤمن معه عدم زحف التربة بتأثير الحفر لاساسات مجاورة ويمكن معالجة حالة كهذه بصرف الماء من التربة فان ذلك يزيد في قوة تحملها بسبب جفافها

ولمنع تسرب الرمال أو التربة من أى نوع الى داخل المجارى الفخار التي توضع بغرض صرف مياه المنطقة يصير ملء لحاماتها بجبل قلفاط (Burlap)

لان زحف التربة وهروبها فى المجارى يؤدى الى نحرها من تحت الاساس وهبوط الاساس والاضرار بالمباني

وقد يترامى للمهندس اذا ما ظهرت له تربة ضعيفة أو روبة أن يعالجها بوضع طبقة من الاحجار أو الحصى أو الرمال الحرسة فوق التربة الضعيفة ولكن ذلك لا يؤدى الى الغرض لانه ما دامت الطبقة التى وضعت عليها الاحجار أو الحصى أو الرمال ضعيفة فانه متى بنيت العمارة وتم تحميل التربة تغوص الاحجار أو الحصى أو الرمال فى التربة الضعيفة ويحصل هبوط غير منتظم وأحسن علاج لحالة كهذه هو ازالة الطبقة من التربة الضعيفة أو معالجتها لتقويتها بالطرق السابقة

أما التربة الضعيفة التى يجدر بالمهندس ازالتها وعدم التأسيس فوقها

(١) التربة النباتية أو التى تحوى مواداً عضوية

(٢) التربة الناعمة المشبعة بالماء « كالمستنقعات »

(٣) الرمل الزئبقى

(٤) الردم

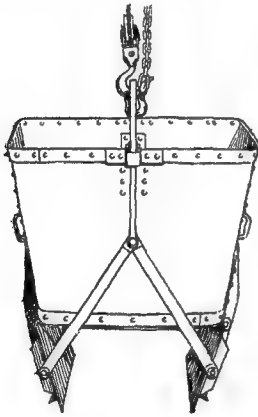
(٥) الرواسب المائية الناعمة

فاذا وجد ان هذه الطبقات ممتدة الى اعماق كبيرة وان ازالها تكلف كثيراً فيحسن معالجتها لتقويتها أو للتأسيس على طبقة أعمق منها مع عدم ازالها وإذا وجدت طبقة رقيقة من الطين أو الرمل أو الحصى تحتها طبقة صخرية صماء ووجد أن ازالة الطبقة العليا لا يكلف كثيراً فيحسن ازالها والتأسيس على الطبقة الصخرية خصوصاً فى الاعمال الكبيرة

صب الخرسانة تحت الماء

وقد بينا فى الباب الخامس ضرورة التخلص من المياه الجوفية قبل وضع الأساس وطرق ذلك بأسباب فإذا اضطر المهندس لالقاء الخرسانة فى الماء فعليه أن يستعمل احدى الطرق الآتية

ويجب ان يبذل عناية فائقة في المحافظة على سكون الماء لان أى حركة في الماء تتلف الخرسانة ويحافظ عادة على سكون الماء بعمل سدود من ألواح خشبية أو حديدية وبذلك يقسم الأساس الى جملة أجزاء ولصب الخرسانة في الماء فائدة عدم جفاف الاسمنت أثناء تجمده وتصب عادة الخرسانة داخل ماسورة يكون أعلاها فوق سطح الماء وأسفلها عند المنسوب المراد صب الخرسانة عليه وبذا تضغط الخرسانة أثناء صبها ويقوم هذا الضغط مقام دقها ولو ان صب الخرسانة بهذه الطريقة يجعلها



شكل ١٤٧

عرضة لانفصال الاسمنت عنها والطريقة الأضمن والاكثر شيوعا لصب الخرسان تحت الماء هي بواسطة دلو خاص على أشكال مختلفة ومجهز بباب يفتح من تلقاء نفسه عند ما يصل الى المنسوب القاع والشكل ١٤٧ يبين دلو من هذا النوع

فعند ما يرسو الدلو على الارض يفك مزلاج الباب ثم يجذب الدلو فيفتح الباب وتسقط الخرسانة على الارض ويوجد انواع أخرى من الدلاء تفتح من أحد جوانبها يجذب باب في هذا الجانب

ويجب ملاحظة وضع الخرسانة جافة في الدلاء ولكن مخلوطة خطأ جيدا ولا مانع من استعمال خرسانة قليلة الببل «مفلقة» ويجب أن تكون الدلاء محكمة جدا بحيث لا ينفذ الماء اليها

أقل عمق توضع عليه الاساسات من سطح الارض

يجب أن تكون الاساسات مدفونة في الارض حتى تكون بعيدة عن التأثيرات الجوية من جهة وحتى لا يتسبب عن انضغاط التربة التي تحت الاساس أن ترتد التربة المحيطة به تحت تأثير الضغط الى أعلا والواقع على التربة التي تحت الاساس

ولذا يجب أن يكون الاساس على عمق كاف حتى يكون ثقل التربة الذي فوق الاساس كافياً لمقاومة الضغط الى أعلا

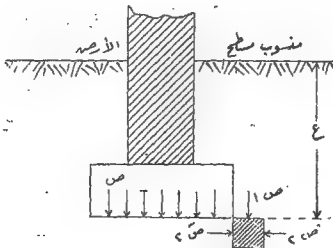
فاذا فرضنا أن σ_v هي وحدة أقصى ضغط رأسى على التربة التي تحت الاساس فانه يتولد عن هذا الضغط ضغطاً أفقياً σ_h يكون مقداره كالاتى

$$\frac{\sigma_v}{\sigma_h} = \frac{1 + \phi}{1 - \phi}$$

$$\sigma_h = \sigma_v \times \frac{1 - \phi}{1 + \phi}$$

وهذا الضغط الافقى يتولد عنه ضغطاً رأسياً الى اعلا σ_v كما هو مبين

بالشكل ١٤٨



شكل ١٤٨

$$\frac{\phi جا - ١}{\phi جا + ١} = \frac{ص_٢}{ص_٢}$$

$$\frac{\phi جا - ١}{\phi جا + ١} \times ص = ص_٢ = ص_٢$$

$$ص_٢ = ص_٢ \left(\frac{\phi جا - ١}{\phi جا + ١} \right)^٢$$

وهذا الضغط الى اعلا ص_٢ يجب ان يقاوم بوزن التربة التي فوقه
فاذا فرضنا ان الاساس على عمق ع من سطح الارض وان وزن التربة
التي ارتفاعها ع هو ث ع اذا كانت ث هي الثقل النوعي للتربة
وعليه يجب ان يكون

$$ث ع = ص_٢ \left(\frac{\phi جا - ١}{\phi جا + ١} \right)^٢$$

$$ومن ذلك يكون ع = \frac{ص_٢}{ث} \left(\frac{\phi جا - ١}{\phi جا + ١} \right)^٢$$

ويمكن الحصول على قوة تحمل التربة عند العمق ع من تجارب التحميل
او من القانون الخاص بازدیاد قوة تحمل التربة تبعا للعمق

$$ص ع = ص_١ + ع \cdot \left(\frac{٢٠٢ (٢٠٠ - ع)}{س} \right)$$

والذى سيرد برهانه في الباب العاشر

وفيه ص ع = قوة تحمل التربة عند العمق ع

ص_١ = سطح الارض

ع = ضغط التربة وما تحويه من ماء عند العمق ع

٢ = محيط الاساس

س = مسطح قطاع الاساس

ع = مقدار أقصى احتكاك بين التربة والاساس على وحدة

السطوح

ع = عمق الطبقة التي وضع عليها الاساس

ابعاد الاساسات المنتشرة

الغرض من تصميم أساسات منتشرة على تربة ما هو امكن توزيع الضغوط على التربة توزيعاً منتظماً ومتساوياً بقدر المستطاع وذلك ليكون الهبوط الذي يحدث متساوياً ومنتظماً أيضاً

وأحسن أنواع الأساسات المنتشرة لضمان ذلك هو الأساسات الخرسانية المسلحة لأنها مربوطة وربطاً وثيقاً مع جسم البناء كله من اعمدة وأعتاب وطوابق فإذا ما زاد الحمل على احد أساسات الاعمدة وأصبح الاساس قابلاً للهبوط فإن أسياخ التسليح تقوم بتخفيف الحمل عنه وتوزيعه على أساسات اعمدة أخرى

وللحصول على ضغوط تقرب من الانتظام والتساوى يجب جعل ابعاد الأساسات متناسبة مع ما عليها من الأحمال وذلك لأن الاحمال التي على الاعمدة الداخلية لبناء ما أكبر من الاحمال التي على الاعمدة الخارجية ولذا يجب أن تكون أساسات الاعمدة الداخلية ذات مسطحات أكبر من مسطحات أساسات الاعمدة الخارجية

أنواع الاحمال

والاحمال التي تؤثر على الأساسات ويجب اعتبارها عند تصميم الأساس تلخص فيما يلي

- ١ — الحمل الدائم للبناء Dead Load
- ٢ — الحمل الحى الذى يؤثر على البناء (كالأشخاص والعربات وما إليها)
- ٣ — ضغط الرياح
- ٤ — ضغط الاتربة فى حالة الحوائط الساندة لآتربة
- ٥ — وزن الاتربة فوق بروز الأساس فى حالة الحوائط الساندة لآتربة
- ٦ — ضغط الماء فى حالة الحوائط الساندة للماء

٧- الاحتكاك بين التربة وجسم الحائط في حالة الحوائط الساندة
لالتربة

٨- وزن الماء فوق بروز الأساس في حالة القناطر وما إليها
٩- قوة الرفع أو التعويم في حالة الخزانات والسدود والقناطر وما إليها
وقد يهمل بعض الاحمال في الحالات التي يكون تأثيرها صغيرا بحيث
لا يغير تصميم الأساس أو اذا كان اهماله في جانب الأمن مثلا ضغط الرياح
في المباني القليلة الارتفاع وكذا ثقل الأساسات اما في العمارات ذات
الارتفاعات الكبيرة فيجب ادخال ضغط الرياح ضمن الحساب اذ انه عامل
مهم ويؤثر على محصلة القوى بدفعها نحو حافة الأساس وبذلك يزيد الضغط
عند هذه الحافة عن نظيره عند الحافة الاخرى من الأساس ويكون نتيجة
ذلك هبوطا غير منتظم
وفي حالة أساسات بغال الكبارى تهمل قوة التعويم حيث أن اهمالها
كما يزيد الضغط على التربة

وكل الاحمال السابق ذكرها من السهل حسابها ما عدا الحمل الحى
أما الضغط المسموح على تربة الأساس فيمكن الوصول الى معرفته من
نتائج تجارب التحميل

أما الحمل الحى فيفرض فرضا على وحدة السطوح ويعتبر كأنه مؤثر على
جميع المسطح بانتظام وبما أنه من النادر جدا أن يكون الحمل الحى المفروض
مؤثرا على جميع المسطح بل الواقع أن بعض أجزاء من المسطح تكون متأثرة
بالحمل الحى المفروض بكامل مقداره كما أن أجزاء أخرى تكون متأثرة بحمل
أقل منه وبعض أجزاء قد تكون خالية من الحمل الحى

فيجب عند اضافة الحمل الحى مراعاة حالة البناء وحالة الحمل الحى الواقع
عليه ثم تحويل الحمل المفروض الى ما يناسب حالة البناء وحالة تحميله بالحمل
الحى وبما أن الحمل الحى المفروض يكون دائما في جانب الأمن فأن تحويل
الحمل الحى المفروض يكون دائما بتنقيص مقداره بنسب مختلفة على الكمرات
والاعمدة التى تنقل الاحمال الى الأساسات

وأكثر الفروض شيوعاً في حالة العبارات التي تتكون من أكثر من خمسة أدوار هو أن يستعمل الحمل الحى المفروض بكامل مقداره في حساب الاعمدة الحاملة لسقف العارة وللاعمدة الحاملة للطابق الاعلا ثم يصير انقاص ٥ ٪ من مقدار الحمل الحى المفروض في حساب الاعمدة التي تحمل الطابق الذى يلى الطابق الاعلا ثم ٥ ٪ أخرى من الحمل الحى المفروض على الاعمدة الحاملة للطابق الذى يلى هذا الطابق وهكذا حتى يصير الحمل الحى ٥٠ ٪ من الحمل الحى المفروض فلا ينقص منه شيء ويوجد فرض آخر عام وهو أن يستعمل في حساب الاعمدة الحاملة للسقف الحمل الحى المفروض بكامل مقداره وللاعمدة الحاملة للطابق الاعلا ٨٥ ٪ من مقدار الحمل الحى المفروض ثم يصير تنقيص ٥ ٪ لكل طابق يلى ذلك حتى يصل الحمل الى ٥٠ ٪ من الحمل المفروض فلا ينقص منه شيء ويهمل ثقل الطوابق نفسها حيث أنه صغير اذا قيس بباقي الاحمال ويبلغ حوالى ١٢٠ كجم/م^٢ وعند استعمال هذا الفرض لتصميم الاساس يصير استعمال ٦٧ر٥ ٪ من مجموع الحمل الحى المفروض وهذا باعتبار أن الحمل الحى المفروض لجميع الطوابق ثابت في المقدار ويستعمل الحمل الحى المفروض دون ادخال أى تنقيص على مقداره اذا كان أكثر من ٨٠ كيلو جرام / م^٢ وكان مؤثراً بصفة مستديمة كما هو الحال في المحلات التجارية والمطابع والمصانع ويزاد ٢٥ ٪ على الاقل من مقدار الجهود الناشئة على الاعمدة من تأثير الحمل الحى في العبارات التي تحمل آلات كالمصانع والمطابع وذلك نظير الجهود المسببة عن الاهتزازات والصدمات ولو أن ذلك مبالغ فيه والحمل الحى المستعمل للطابق الأسفل بعد تنقيصه تبعاً للفروض السابقة هو ما يجب ادخاله في حساب اقصى الجهود المؤثرة في الأساسات فتصميم اساسات الاعمدة الداخلية يجب اضافة مقدار الحمل الحى بعد تنقيصه Reduction تبعاً لأحد القرضين السابقين الى مقدار الحمل الدائم وقسمة حاصل الجمع على اقصى ضغط مسموح على التربة

Max. Allowable Bearing Load وذلك للحصول على مسطح الاساس

وبعد الحصول على هذا المسطح يصير قسمة الحمل الدائم مضافا اليه ٥٠٪ من الحمل الحى الذى استعمل فى استخراج مسطح الاساس على المسطح الذى صار الحصول عليه وبذلك يصير الحصول على مقادير ضغوط تحت أساسات الاعمدة الداخلية خلافا للضغوط المفروضة التى استعملت فى الحصول على ابعاد الاساسات

ولتصميم اساسات الاعمدة الخارجية يصير قسمة مجموع الحمل الدائم المؤثر على العמוד الخارجى مضافا اليه ٥٠٪ من الحمل الحى المستعمل للاعمدة الحاملة للطابق الاسفل على مقدار الضغوط التى حسبت تحت اساسات الاعمدة الداخلية وذلك للحصول على مسطح الاساس للعمود الخارجى ولكن عند حساب الضغوط تحت الاساس للعمود الخارجى يصير قسمة مجموع الحمل الحى المستعمل للعمود الحامل للطابق الاسفل بكامل مقداره مضافا اليه الحمل الدائم على مسطح الاساس الخارجى المحسوب -- وبهذه الطريقة يمكن الحصول على اساسات متناسبة فى مسطحاتها مع ما عليها من الاحمال وتكون الضغوط المؤثرة على التربة تحت الاساسات متساوية ومنظمة تقريبا ويكون الهبوط متساويا ومتظا بقدر المستطاع

مثال تطبيقى

صمم اساسات الاعمدة لمعارة مكونة من ثلاثة ادوار فوق الارض ودور تحت الارض (بدرون) اذا كانت الاحمال الحية على الطوابق ٩٥٠ كجم/م^٢ وثقل الطابق ١٢٠ كجم/م^٢ اذا كان المسطح المحمول باربعة اعمدة (Panel) ٦ م × ٦ م واقصى ضغط مسموح على التربة

Maximum Allowable Soil pressure ١٩٠٠٠ كجم/م^٢ واهمل ثقل

الاساس نفسه وبفرض أن

الاحمال للاعمدة الداخلية — الحمل الدائم = ٨٦٠٠٠ ك ج

الحمل الحى = ٩٠٠٠٠ ك ج

مجموع (الحمل الدائم + الحمل الحى) = ١٧٦٠٠٠ ك ج

مجموع الحمل الدائم + ٥٠ ر الحمل الحى = ١٣١٠٠٠ ك ج

الاعمدة الخارجية — الحمل الدائم = ٦٣٨٠٠ ك ج

الحمل الحى = ٤٧٢٠٠ ك ج

مجموع (الحمل الدائم + الحمل الحى) = ١١١٠٠٠ ك ج

مجموع (الحمل الدائم + ٥٠ ر الحمل الحى) = ٨٧٤٠٠

الحل — مسطح الاساس لعامود داخلى

$$\frac{١٧٦٠٠٠}{١٩٠٠٠} = ٢٢٩٠٢٦٣ \text{ أى مربع ابعاده } ٣١ \times ٣٦١ \text{ م تقريبا}$$

ومسطحه ٢٢٩٦١ م

$$\frac{١٣١٠٠٠}{٩٦١} = ١٣٦٣٢ \text{ ك ج/م}^٢$$

$$\frac{٨٧٤٠٠}{١٣٦٣٢} = ٢٦٤ \text{ مسطح الاساس الخارجى}$$

أى مربع ابعاده ٢٢٥٥ × ٢٢٥٥ م ومسطحه ٢٢٦٥٠ م

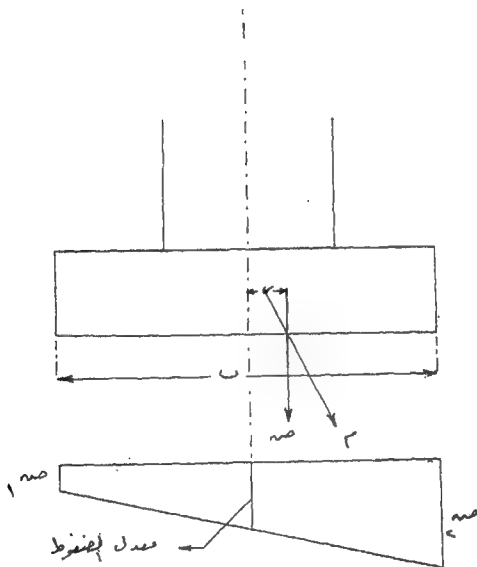
ولحساب الجهود تحت الاساس يقسم مجموع كل الحمل الحى مضافا اليه الحمل الدائم على مسطح الاساس

$$\text{أى } \frac{١١١٠٠٠}{٦٥٠} = ١٧١٥٠ \text{ ك ج/م}^٢$$

بعد الانحراف فى الاساسات المنتشرة Eccentricity

عند تصميم الاساسات يجب مراعاة أن يكون نقطة تأثير محصلة القوى على الأساس متحدة مع منتصف الأساس ولكن هذا متعذر فى بعض الحالات نظرا للقوى الجانبية Lateral Forces المؤثرة على المنشآت مثل ضغط التربة والمياه والرياح لانها تسبب انحراف محصلة القوى عن منتصف الأساس والبعد الواقع بين نقطة تأثير محصلة القوى ومنتصف الاساس يسمى بعد الانحراف ولهذا البعد اهمية كبيرة فى توزيع الضغوط

تحت الأساس فتكون مقاديرها أكبر عند حافة الأساس الأقرب لنقطة تأثير
المحصلة وتضغر تدريجياً حتى حافة الأساس الأبعد عن نقطة التأثير فيكون
الضغط عندها أقل. ضغط تحت الأساس وفي هذه الحالة يكون معدل
الضغوط Mean Pressure هو الضغط الموجود تحت منتصف الأساس
كالشكل ١٤٩ المبين



شكل ١٤٩

فاذا وقعت نقطة التأثير عند حدود الثلث المتوسط Middle Third من
عرض الأساس وفي هذه الحالة يكون بعد الانحراف $e = \frac{b}{3}$ إذا كان b
رمز لعرض الأساس

ويمكن الحصول على مقدار الضغطين المؤثرين عند حاقى الأساس من قانون الانحراف الآتى

$$ص_١ = \frac{ص}{ب} (١ - \frac{ص_١}{ب})$$

$$ص_٢ = \frac{ص}{ب} (١ + \frac{ص_١}{ب})$$

وفى ص = المركبة الرأسية لمحصلة القوى الواقعة على الأساس

ففى الحالة السابقة التى فيها م =

$$ص_١ = \frac{ص}{ب} (١ - \frac{\frac{ص}{ب} \times ١}{ب}) = صفر$$

$$ص_٢ = \frac{ص}{ب} (١ + \frac{\frac{ص}{ب} \times ١}{ب})$$

اى ان جهد الضغط الاكبر يساوى ضعف جهد معدل الضغوط. وعند ما تكون نقطة تأثير المحصلة فى منتصف الأساس تكون م = صفر

$$ص_١ = \frac{ص}{ب} (١ - صفر) = \frac{ص}{ب}$$

$$ص_٢ = \frac{ص}{ب} (١ + صفر) = \frac{ص}{ب}$$

اى ان الضغط يكون موزعا بانتظام

وفى حالة ما تكون المحصلة مؤثرة عند حافة الأساس

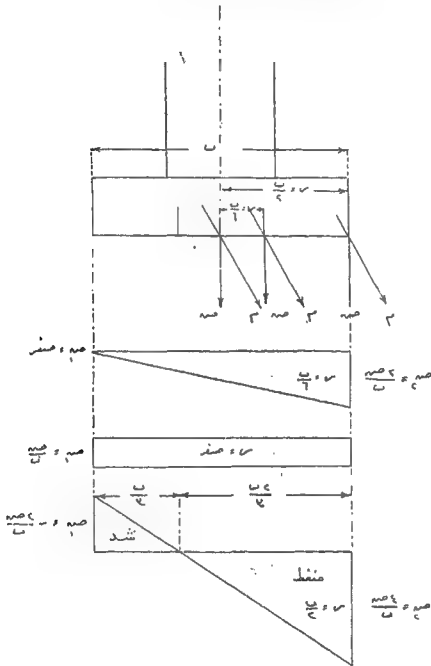
$$تكون م = \frac{ص}{٢}$$

$$ص_١ = \frac{ص}{ب} (١ - \frac{\frac{ص}{٢} \times ١}{ب}) = (\frac{ص_٢}{ب} -)$$

$$ص_٢ = \frac{ص}{ب} (١ + \frac{\frac{ص}{٢} \times ١}{ب})$$

أى ان جهد الضغط الاكبر = ٤ مرات جهد معدل الضغوط وفى هذه الحالة

تكون حافة الاساس الأخرى متأثرة بشد جهده يساوى ضعف جهد معدل الضغوط وعندما تكون علامة الجهد بالنقص تكون حافة الاساس متأثرة بشد ويكون الرسم البياني للجهود كاليمين بالشكل ١٥٠



شكل ١٥٠

وفي هذه الحالة يكون جزء مقداره $\frac{b}{3}$ متأثراً بالشد والجزء الباقي ومقداره

$$\frac{2b}{3} \text{ متأثراً بالضغط}$$

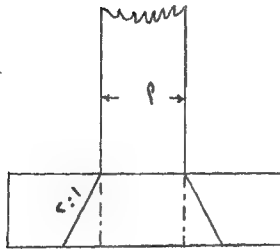
وذلك لان $V_2 = V_1$ في المقدار

ويجب ملاحظة أن لا يسمح بأى شد في الأساس إذا كان من الخرسانة العادية خصوصا في المنشآت التي في الماء كالخزانات وحوايط القناطر وما إليها وأى شد مهما كان مقداره في الجزء المتأثر بالشد معناه حدوث شروخ في هذا الجزء وعدم الاعتماد عليه في توزيع الضغوط وبذلك يزيد جهد الضغط عند حافة الأساس المتأثرة بالضغط

وإذا حدث مثل هذا الشرخ في جسم خزان أو سد فأن المياه تدخل فيه ويتسبب عن ذلك تعويم جسم الخزان في هذا الجزء فينشأ عن ذلك زيادة في مقدار بعد الانحراف ويزيد بذلك جهد الشد عند إحدى الحافتين وجهد الضغط عند الحافة الأخرى حتى يتسبب عن ذلك اما انقلاب (Overturning) الخزان أو تفتت (Crushing) مادة الأساس نفسه لعدم تحملها للضغط الواقع عليها

الاساسات الخرسانية العادية للجدران

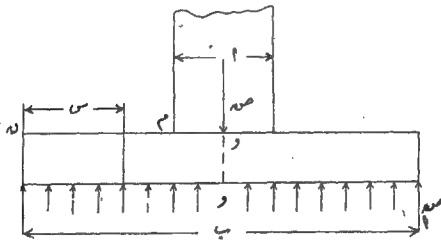
إذا كان البناء محمولا على جدران أو حوايط بدلا من أعمدة فاذا كانت التربة من نوع جيد وقوة تحملها كبيرة فان بروز الأساس عن واجهتي الحائط يكون صغيرا وفي هذه الحالة يمكن عمل الأساس من الخرسانة العادية أما في الحوايط المحملة باحمال ثقيلة والتي يصل فيها بروز الأساس الى أكثر من نصف سمكه فيلزم تسليح الأساس اما بأسياخ أو قضبان لضمان تسخير الأساس بكامل عرضه في توزيع الاحمال على التربة لانه اذا زاد بروز الأساس عن نصف سمكه بسبب ضعف التربة ولم يسليح الأساس فان الجزء الذي يمكن الاعتماد عليه في توزيع الاحمال على التربة هو الجزء من عرض الأساس المحصور بين الخططين اللذين ميلهما ١ الى ٢ من حافتي قاعدة الحائط (١) وعليه فهذا الجزء الذي يقع عليه تأثير الحمل يهبط أكثر من باقى الأساس وينشأ عن ذلك حدوث شروخ عند حافتي هذا الجزء والشكل ١٥١ يبين ذلك



شكل ١٥١

الاساسات الخرسانية المسلحة للجدران

إذا كان بروز الاساس اكبر من نصف سمكه عند تصميمه ورؤى ضرورة تسليح الاساس فلضمان سلامة الاساس بحسب لمقاومة عزم الانثناء ولذلك نفرض قطاعا في الاساس على بعد s من حافة الاساس كما هو بالشكل ١٥٢



شكل ١٥٢

فان عزم الانثناء (Bending Moment) عند هذا القطاع

$$ع = \frac{1}{2} \times ص_١ \times س_٢ \quad \text{إذا كان}$$

$ص_١ =$ جهد رد الفعل المنتظم على المتر الطولى من الاساس اذا كان الاساس ذا عرض ما وليكن

$b =$ عرض الاساس بالتر

$a =$ سمك الحائط بالتر

فان عزم الانثناء عند واجهة الحائط يكون

$$E = \frac{1}{8} \times \left(\frac{1-b}{4} \right) \times \frac{1}{8} = \frac{1}{64} (1-b)^2$$

وعزم الانثناء عند القطاع ووالذى فى وسط الاساس يكون

$$E = \frac{1}{8} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{128}$$

$$\text{ولكن } M = \frac{1}{8} \times \frac{1-b}{4} = \frac{1-b}{32}$$

$$\therefore E = \frac{1}{8} \times \frac{1}{4} \times \frac{1-b}{4} = \frac{1-b}{128}$$

وهو اكبر عزم انثناء

وبما ان عزم المقاومة Moment of Resist عند القطاع وو يكون اكبر منه عند اى قطاع واقع فى البروز (م) وذلك بسبب ثقل الحائط فوق القطاع وو

فان القطاع الخطر Critical Section يكون هو القطاع الواقع عند واجهة الحائط ويمر بالنقطة م

وقد ايدت التجارب ذلك كما انها دلت على ان اعظم جهود للشد Max. Tensile Stresses تقع عند واجهة الحائط تكون اصغر قليلا من الجهود المحسوبة

ويجب عند تصميم اساسات منتشرة من الخرسانة المسلحة لحائط اختبار الاساس لمقاومة جهود التماسك وللشد القطرى Bond & Diagonal Stresses فلهسب اقصى جهد تماسك على اسياخ التسليح قد توصل تالوت الخبير الامريكاني وذلك نتيجة لتجاربه العديدة لاثبات ان مجموع القص الخارجى Total External Shear عند واجهة الحائط هو المسبب لجهود التماسك وعلى ذلك يجب ادخاله ضمن القوانين الخاصة بحساب جهود التماسك

وعند حساب القص المسبب للشد القطرى يجب أخذ مقدار القص عند قطاع يبعد عن سطح الحائط بمسافة تساوى السمك العامل للاساس (Effective Depth) وهو السمك من أعلا الاساس الى محور أسياخ التسليح وعلى ذلك فالشد القطرى (Diagonal Tension) يعتبر كعامل مهم جدا فى حساب الاساسات المدرجة (Stepped Footings) أو المائلة حيث أن سمك الاساس عند الموقع الذى يحسب عليه الشد القطرى يكون أقل من سمك الاساس تحت الحائط نظرا لتدرجه أو ميله نحو حافة الاساس فيحسن مراعاة ذلك عند تصميم أسماك درجات الاساس وكلما كانت أسماك الدرجات اكبر كلما قل التسليح اللازم لمقاومة الشد القطرى

الاساسات الخرسانية للاعمدة

تنقسم أساسات الاعمدة الى أربعة اقسام

- ١ - الاساسات المفردة (Single or Isolated) وهى التى تحمل عامودا واحدا
- ٢ - الاساسات المشتركة (Combined Footings) وهى التى تحمل عامودين أو أكثر

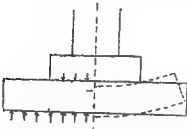
- ٣ - الاساسات المتصلة (Cantilever Footings) عادة تحمل عامودين أحدهما خارجى والآخر داخلى

- ٤ - الاساسات المستمرة (Continuous) وهى التى تحمل صفا من الاعمدة أو جميع أعمدة البناء على شكل أساسات مشتركة وتكون على صفوف متعامدة أو على شكل فرش (Raft) فوق كل مسطح البناء

- ١ - الاساسات المفردة - فى حالة تصميم الاساسات لاعمدة من الخرسانة العادية يجب مراعاة أن يكون سمك البروز كبيرا لدرجة يكون معها جهد الشد تحت أقصى حالات التحميل أقل من المسموح ومن المستحسن جعل ابعاد الاساس بحيث لا يحدث أى شد فى الخرسانة وكذا اذا استعملت مواد بناءية أخرى كالطوب والاحجار

أما فى حالة ما استعمل الخرسانة المسلحة فتنقل الاحمال الى التربة تحت

مسطح الاساس كله بسبب اثناء بروز الاساس ومعه أسياخ التسليح الى أعلا بتأثير مقاومة التربة للاحمال الواقعة على العمود كما هو مبين بالشكل ١٥٣



شكل ١٥٣

وعلى ذلك يعتبر أن حديد التسليح يقوم بمقاومة كل الشد ولذا فهما طال بروز الاساس في الخرسانة المسلحة فإنه يكون عاملا في نقل الاحمال الى التربة التي تحته مادام التسليح كافيا وسمك الاساس يفي بمقاومة الجهود الناشئة عن تحميل الاساس

أما في الخرسانة العادية فإن العرض المحصور بين خطين مائلين على زاوية ٩٠° مع الافق ومبتدئين من قاعدة العمود عند السطح الاعلا للاساس هو العرض العامل والذي يمكن الاعتماد عليه في نقل الاحمال الى التربة وعلى ذلك فأبسط الاشكال لاساس من الخرسانة العادية هو شكل هرم ناقص أو مخروط ناقص ولكن نظرا لصعوبة انشاء أساس بهذا الشكل فتستعمل الاساسات المدرجة ويراعى أن تكون جميع الدرجات خارج حدود الزاوية ٩٠° مع الافق

ولتصميم أساس من هذا النوع يحسب أولا مسطح الاساس ثم ينحصر نصف قاعدة العمود من نصف عرض الاساس وتقسم النتيجة على ظا ٣٠° فيكون الناتج هو سمك الاساس ثم تعمل الدرجات خارج الخط المائل من حافة الاساس الى حافة قاعدة العمود فاذا اتبعت هذه الطريقة فإنه يضمن عدم تجاوز جهد الامن للثقب في الاساس (Safe Punching Stress) والذي مقداره ٨ كجم/سم^٢

ويحسن أن لا يقل سمك كل درجة عن ٣٠ سم فاذا كانت الاساسات ستبنى على صخور صماء أو على أى نوع من التربة التي قوه تحملها كبيرة ففي هذه الحالة يكون مسطح الاساس صغيرا وكذا بروزه ويمكن استعمال خرسانه عادية

كما انه اذا اضطر المهندس للحفر لاعمق كبيرة لوضع أساساته فيحسب

عملها من خرسانه عادية ان سمحت قوة تحمل التربة بذلك لأن من الاغراض الاساسية فى استعمال الخرسانة المسلحة للاساسات الاقتصاد فى الحفر

نتائج تجارب تالبوت الخبير الامريكاني

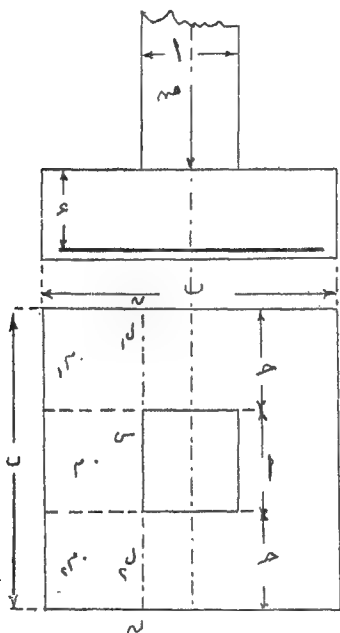
ولما كانت النتائج التى وصل اليها تالبوت نتيجة لاختباراته وتجاربه فى هذا الصدد ذات أهمية عظمى اذ انها تشتمل على جملة بيانات ومعلومات قيمة عن مواضع الضعف فى الاساسات وكيفية تلافى ذلك فى التصميم فسنلخصها فيما يلى

أولاً - اذا كان الاساس لعמוד مربع الشكل فإنه تحت تأثير الحمل يتخذ الاساس شكل طاس (Bowl) ش ١٥٣ واذا فرضنا طابقاً متأثراً بالانثناء فى اتجاهين فالجهود التى على احدى الالياف (Fiber) لا تختلف فى مقدارها عن الجهود التى على الالياف المجاورة التى على منسوب واحد معها دون حدوث قص طولى وبما ان هذا دليل على وجود مقاومة كبيرة لاختلاف مقادير الجهود فى الالياف التى فى مستوى أفقى واحد ومتجاورة فيعتبر فى الطوابق الكبيرة السمك كأساسات الاعمدة ذات الابعاد العادية والتى فيها سمك الاساس كبير اذا قورن بمسافة البروز أن الانثناء والجهود توزع على عرض القطاع وتكون الجهود حتى على الالياف المتطرفة كبيرة

ثانياً - فى حالة تصميم الاساس ببروز ذى ابعاد عادية فأن القطاع الخطر لعزم الانثناء فى اتجاه ما (والذى يقاوم بأسيان مجموعة واحدة فى حالة التسليح فى اتجاهين) هو قطاع رأسى واقع عند واجهة العمود

وحساب عزم الانثناء يحسب كل الحمل الناشئ عن رد الفعل والمؤثر الى أعلا على المستطيل (سم) الواقع بين واجهة العمود وحافة الاساس مؤثراً فى نقطته تأثير Point of Application (م) واقعة فى منتصف المسافة من واجهة العمود الى حافة الاساس وان نصف الحمل المؤثر الى أعلا على المربعين ل ١ م ٢ الواقعين فى زاويتي الاساس يعتبر مؤثراً فى نقطتين م ١ م ٣ واقعتين

على بعد ستة اعشار طول بروز الأساس من واجهة العמוד والشكل ١٥٤
يبين ذلك



شكل ١٥٤

وبالمعادلة بين عزم الانثناء الناشئ من تأثير رد الفعل وبين عزم المقاومة
عند هذا القطاع الخطر يمكن حساب أقصى جهد للشد على الخرسانة وعلى
أسياخ التسليح

فاذا فرضنا أن $a =$ بعد العמוד المربع

ح = بعد البروز عن واجهة العامود

ص = وحدة ضغط التربة

وبما أن القطاع الخطر هو دد

فلنفرض أنه صار تقسيم دد الى ثلاثة اجزاء أحدها الجزء الواقع عليه المستطيل (س) ومسطحة = ١ ح ثم الجزئين الواقع عليهما المربعين ل_١ ل_٢ ومسطح كل منهما = ح^٢

أما الحمل الواقع على المستطيل س فيعتبر مؤثرا في منتصف البروز
وأما الحمل الواقع على المربعين ل_١ ل_٢ فيعتبر نصفه مؤثرا على مسافة من واجهة العامود (القطاع الخطر) مقدارها (١-ح) وعليه فغزم الانشاء عند (القطاع الخطر) هو

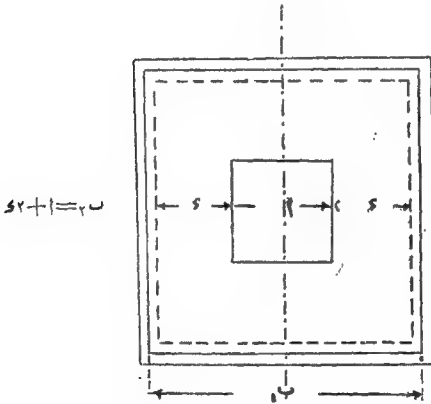
$$ع = ص_١ (١ ح) + \frac{ص}{٢} \times ٢ \times ح \times ٠.٦ ح$$

$$= ص_١ (١ ح + \frac{٢ ح}{٢} \times ٠.٦ ح)$$

ثالثا — عندما استعمل خرسانة عادية وعرضها للاشاء كانت نتائج التجارب التي عملت على أساسات غير مسلحة مختلفة اختلافات كبيرة بحيث لم يمكن مع تبانيها الوصول الى معرفة العرض العامل Effective Width في المقاومة ولا الوصول لقانون يحسب منه عزم المقاومة

رابعا — في الاساسات المسلحة للاعمدة وجد أن توزيع الجهود على الاسياخ المتجاورة توزيعا غير منتظم يقاوم بالتقاسك والقص الطولى في الخرسانة ومقدار الاختلافات في الجهود الواقعة على الاسياخ يتأثر بالمسافات التي بين الاسياخ وبعضها كما يتأثر أيضا بابعاد الأساس نفسه في الاساسات المسلحة في اتجاهين وعند ما تكون أسياخ التسليح موضوعة على مسافات متساوية وجد أن جهد الشد متساو تقريبا في الاسياخ التي في حدود بعد من واجهة العامود أكبر بقليل من بعد العامود وأنه يوجد أيضا جهود كبيرة في الاسياخ القريبة من حافة الأساس أما في المسافة التي تتخلل هاتين المسافتين فإن الجهود على الاسياخ تكون أقل

ولحساب أقصى جهد للشد على أسياخ التسليح في أساس مسلح في اتجاهين وأسياخ التسليح فيه موزوعة على مسافات منتظمة يستعمل في تقدير عزم المقاومة عند قطاع واقع على واجهة العמוד مسطح أسياخ التسليح التي في بعد من الأساس مقداره مساو لبعد العמוד مضافا اليه ضعف سمك الأساس (s) مضافا اليهما نصف المسافة الباقية الى حافة الأساس في كلا الجانبين أى في البعد (b) المبين بالشكل ١٥٥ ووجد أن هذه الطريقة تتفق مع نتائج التجارب



شكل ١٥٥

فاذا عملت المسافات بين أسياخ التسليح التي تحت قاعدة العמוד اقرب وحتى لو ركزت كل أسياخ التسليح تحت قاعدة العמוד فيمكن استعمال نفس الطريقة في الحساب دون ان تكون نسبة الخطأ في النتائج كبيرة ويحسن وضع أسياخ تسليح كافية في اطراف الأساس حتى لا يتأثر الخرسان بالشد فيتشقق وللمساعدة أيضا في توزيع الاحمال ولحساب عزم المقاومة على عמוד مربع ابعاده (1×1) وأساسه $b \times b$

فأن المسطح ب_١ × ب_٢ الذى يحسب عليه عزم المقاومة يمكن ايجاده كما

$$\text{بلى ب} = ١ + ٢ + ٣ + \dots + (١ - ٢ - ٣) \quad (٥٢)$$

وبما أن عزم الاثناء عند القطاع الخطر وجد انه كما يأتى

$$ع = ص (١ + ٢ + ٣ + \dots + ح) \quad \text{لكل اتجاه}$$

$$\text{ولكن أيضا } ع = شص \times م \times ث \quad (٥٣)$$

إذا كان شص = جهد الشد فى الصلب المستعمل للتسليح

م = مسطح قطاعات الاسياخ فى اتجاه واحد

و = سمك الأساس العامل

ث = ثابت مقداره (٨٧٥)

فمن المعادلتين السابقتين يمكن الوصول الى معرفة (م) مسطح قطاعات

اسياخ التسليح

وبما أنه من من نتيجة التجارب وجد أن الاسياخ التى فى البعد

$$\text{ب} = ١ + ٢ + ٣ + \dots + (١ - ٢ - ٣) \quad (٥٤)$$

هى التى تكون عاملة فى مقاومة الشد ومتأثرة بأ كبر الجهود فيصير

توزيع الاسياخ فى المسافة ب_١ ومن ذلك يمكن الوصول الى معرفة

المسافات التى توضع الاسياخ عليها من بعضها

خامسا — الطريقة التى اقترحت لحساب اقصى جهد للتماسك فى اساسات

الاعمدة المسلحة فى اتجاهين اذا كانت اسياخ التسليح فيها موضوعة على

ابعاد متساوية من بعضها وفى العرض السابق يئانه هى استعمال القوانين العادية

للتماسك مع اعتبار محيط جميع الاسياخ التى استعملت فى حساب جهد الشد

أما للقص الخارجى فيستعمل رد الفعل او الحمل الذى استعمل فى حساب

عزم الاثناء عند القطاع الخطر

وقد وصلت به تجاربه الى ان المقاومة بالتماسك هى من اهم العوامل فى

اظهار قوة الأساس وخصوصا فى الاساسات ذات الابعاد العادية والتى

يستعمل فى تسليحها اسياخ ذات أقطار كبيرة تكون مقاومة التماسك

هامة جدا

وقد يحدث شروخ طولية تحت أسياخ التسليح في احد الاتجاهين بسبب الاستطالة في الاتجاه الآخر وهذا يقلل المقاومة بالتماسك

ولذلك يجب عند اختبار التصميم بمقاومة التماسك اعتبار جهد تماسك صغير ويحسن استعمال وقاية من الخرسانة تحت اسياخ التسليح مقدارها من ٢ بوصة الى ٣ بوصة

ويستحب ايضا استعمال اسياخ صغيرة الاقطار وهذا يدعو لزيادة عدد الاسياخ ووضعها على مسافات اقرب من بعضها ولكنه يزيد طول محيط الصلب ويمكن استعمال الاسياخ التي من قطر $\frac{1}{4}$ بوصة فأقل ووجد ان ثنى الاسياخ عند أطرافها الى أعلا ثم الى الخلف وكذا ثنيها على شكل أشنونة Loop مما يزيد قوة التماسك

وجهود التماسك تحسب من القص الواقع على قطاع عند واجهة العמוד ويساوى الحمل الذي استعمل في حساب عزم الانثناء

وحمل القص هذا

$$ع = ص_١ \times ح_١ + ص_٢ \times ح_٢ = ص_١ (ح_١ + ح_٢)$$

$$\text{ولكن } ح = \frac{1-u}{2}$$

$$ع = ص_١ \left[\left(\frac{1-u}{2} \right) + \left(\frac{1-u}{2} \right) \right]$$

$$= ص_١ \left[\left(\frac{2(1-u)}{2} \right) + \left(\frac{2(1-u)}{2} \right) \right]$$

$$= ص_١ \left[\left(\frac{2}{2} - \frac{2u}{2} \right) \right]$$

وبما أن معادلة التماسك

$$\text{جت} = \frac{\text{قص}}{\Sigma ط \times ثو} \text{ والتي فيها}$$

جت = جهد التماسك

آط = مجموع محيطات أسياخ التسليح

ثو = المسافة من نقطة تأثير محصلة الضغوط الى محور أسياخ التسليح

وتعتبر ٨٧٥ ر.و

سادسا - ولتصميم أساس لعمود قطاعه مربع من قانون مقاومة الشد القطرى يستعمل فى الحساب مقدار القص الواقع خارج مربع كل بعد من ابعاده يساوى بعد العمود + ضعف سمك الاساس وهذا المربع يبعد كل ضلع من أضلاعه بمقدار سمك الاساس عن واجهة العمود شكل ١٥٥ والقانون الذى استخرج هو

$$\frac{ع}{ل \times ثو} = ١,٢$$

والذى فيه ع = مجموع القص الحادث عند القطاع الذى على بعد

و من كل واجهة من واجهات العمود ويعتبر أنه يساوى الضغط الحادث من رد الفعل على الجزء من مسطح الاساس

خارج المربع السابق الاشارة اليه فاذا كان

ل = المحيط الذى يشمل أربعة أضلاع هذا المربع

ث و = المسافة من محور أسياخ التسليح الى نقطة تأثير محصلة الضغوط

فاذا كانت قاعدة العمود مربعة وكذا الاساس فأن المحيط الذى يحسب

عليه القص هو ل = ٤ ب انظر شكل ١٥٥

$$٢ ب = ١ + ٢ و$$

$$ل = ٤ (١ + ٢ و)$$

والمسطح الذى يقع عليه مجموع القص ع هو المسطح الواقع بين المربع الجزء وحافة الاساس ومقداره

$$(٢ ب - ٢ و)$$

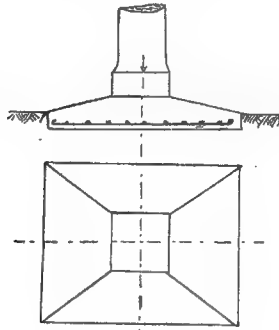
$$\frac{ص}{٢ ب - ٢ و} = ع \text{ من ذلك يكون } ع$$

ث = ٨٧٥ ر

و = البعد من سطح الاساس لغاية محور أسياخ التسليح

$$\left[\frac{4(52+1) \text{ ث } 5}{\left(\left(2(52+1) - 2 \right) \frac{ص}{3} \right)} \right] = ١,٢ \dots$$

أما القص الذى يتسبب عنه ثقب الاساس والذى يرمز له بالرمز قث فيمكن حسابه على القطاعات الراسية التى تحددها اضلاع قاعدة العמוד ولو أنه يحتمل ان الثقب قد لا يحدث فى هذا الموضع بالتحديد ولتقابل سمك الاساس يلجأ الى تكبير قاعدة العמוד فوق الاساس حتى يكون الحمل المنقول من العמוד الى سطح الاساس موزعاً على مسطح أكبر فتكون الجهود الناشئة عنه أقل وهذا يساعد على المقاومة للثقب الشكل ١٥٦ يبين ذلك



شكل ١٥٦

فلتلافى ثقب العמוד للاساس يجب أن لا يزيد قث على القص المسموح وأن يحسب على مسطح طوله مساو لمحيط قاعدة العמוד وسمكه هو و سمك الاساس لغاية محور التسليح أى على مسطح مقداره (٤ ٥)

$$\left[\left(\frac{21 - 2}{2} \right) \right] \text{ الحمل الواقع فوق العמוד قث} =$$

$$\text{قث} = \frac{P}{A} \quad (21 - 22)$$

وواضح انه كلما زاد مسطح قاعدة العמוד ٢١ كلما قل مقدار قث
ولايجاد أصغر سمك للاساس لا يحدث معه الثقب يقسم قث على محيط
قاعدة العמוד مضروبا في وحدة القص المسموح ومنه

$$\frac{\text{قث}}{4 \times \text{قث}} = S$$

$$\text{قث} = \text{الجهد المسموح للقص}$$

سابعاً - لم يلاحظ في التجارب كسرا في خرسانة الاساس من أثر الضغط
ولكن لاحظ في بعض التجارب أن جهود الضغط في بعض الاعمدة كانت
كبيرة جدا وفي حالات قليلة كسرت الاعمدة

كما انه لاحظ في حالات كثيرة وجود علامات تلف بالقرب من تقاطع
قاعدة العמוד مع سطح الاساس في موقع التغير الفجائي في اتجاه السطوح
حيث تجتمع وتزايد تأثيرات الجهود

ثامناً - في الاساسات المدرجة يكون التغير الفجائي في طول ذراع عزم
المقاومة عند نقط تغير سمك الاساس مسببا لزيادة فجائية كبيرة في مقدار
الجهود التي في أسياخ التسليح وعند ما يكون التغير في سمك الدرجة كبيرا
إذا قورن بالبروز فان جهد التماسك يزيد زيادة غير عادية

ومن الواضح أن توزيع جهود التماسك في مثل هذه الحالة يختلف عنها
في حالة ما يكون الاساس ذا سمك واحد وكذلك الاساس ذو الجوانب المائلة
يكون توزيع الجهود بواسطته خلافا في الاساسات ذات الاسماك المنتظمة

(Uniform Thickness)

وفي الاساسات ذات السمك المنتظم يكون أقصى جهد للتماسك عند
واجهة العמוד

وكما كان ميل جوانب الاساس صغيرا مع الافق كلما كان توزيع جهود
التماسك يقرب من الانتظام.

مثال تطبيقي

صمم أساساً خرسانياً مسلحاً لعמוד مربع أبعاده 1×1 والاحمال الواقعة عليه هي ٣ ص. الحمل الدائم مع اهمال وزن الاساس نفسه والحمل الحى المستعمل عند قاعدة العمود هو ٢ ص ومقدار مقاومة التربة هو $٢٢/١$ ص.

الحل — يبدأ بإيجاد ابعاد الاساس ولنفرض أن الاساس مربعاً وبعده $ب$

$$\frac{٢٢ + ٣}{٢} = ٢٢$$

ولسهولة الحساب نفرض أن $(٣ + ٢)$ ص وهو مجموع الحمل الواقع على الاساس $= ٢$ ص يبدأ باختبار الاساس لمقاومة الثقب

$$قث = ٢ \left(\frac{٢١ - ٢}{٢} \right) \text{ ومنها يمكن الحصول على السمك اللازم}$$

لمقاومة الثقب

$$و = \frac{قث}{قث \times ١٤} \text{ وهو البعد من سطح الاساس الى محور التسليح ويضاف اليه}$$

غطاء من الخرسانة كما سبق أن أسلفنا لتغطية أسياخ التسليح ثم يصير حساب سمك الاساس من قانون مقاومة الشد القطرى

$$\frac{ع}{ل \times ٨} = ١$$

$$\frac{٢ (٢ - ٢)}{٢} = ع$$

$$ل = ٤ ب = ٢ (١ + ٥)$$

$$٨٧٥ = ث$$

$$\frac{ع}{ع.ل.ث} = ٥$$

$$\frac{\left(\frac{ص}{٢} \right) (٢(٥٢+١) - ٢٠)}{٤ \times ١,٥ (٥٢ \times ١) ث} =$$

ثم تحسب اسياخ التسليح من قانون عزم الانثناء على كل مجموعة من الاسياخ

$$ع = ص (١ + ٢ \times ١,٥ \times ٠,٢٥)$$

وفيها ص، هو مقاومة التربة

$$١ = \text{بعد العمود}$$

$$ح = \text{بروز الاساس}$$

$$\text{وبما ان } ع = \text{شص} \times م \times ث$$

وفيها شص = جهد الشد المسموح في الصلب

$$م = \text{مسطح قطاعات اسياخ الصلب في مجموعة واحدة}$$

فن هاتين المعادلتين يمكن الحصول على م

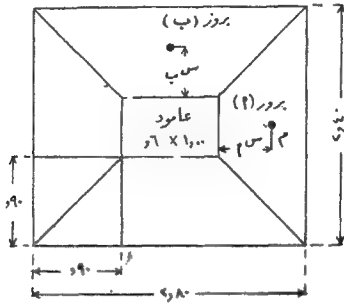
$$\text{وبما أن العرض العامل من الاساس } ب = ١ + ٥٢ + \frac{١}{٢} (١ - ٥٢)$$

فيصير توزيع مسطح الاسياخ م في هذا البعد لمعرفة المسافة بين كل سيخ والآخر مع مراعاة أن لا توضع أسياخ على مسافة أقل من ٣ من حافة الاساس وذلك لان التجارب دلت على ان الاسياخ التي في البعد ب هي التي تعمل في مقاومة الانثناء

وبعد الحصول على عدد اسياخ التسليح يحسب جهد التماسك من القانون

$$\text{جت} = \frac{\text{قث}}{\sum ط \times ث} \text{ و يجب ان لا يزيد عن المقدار المسموح}$$

مثال تطبيقي — لاساس مفرد لعمود (بقوانين مختصرة) شكل ١٥٧



شكل ١٥٧

الفروض — الحمل على العمود ١٧٠٠٠ كج

قطاع العمود مستطيل ١٠٠ سم × ٦٠ سم

الخرسانة المستعملة ٤ : ٢ : ١

شخص جهد الشد للصلب ١٠٠٠ كجم / سم^٢

ضخج جهد الضغط للخرسانة ٤٠ كجم / سم^٢

ثقل الاساس ١١٠٠٠ كجم

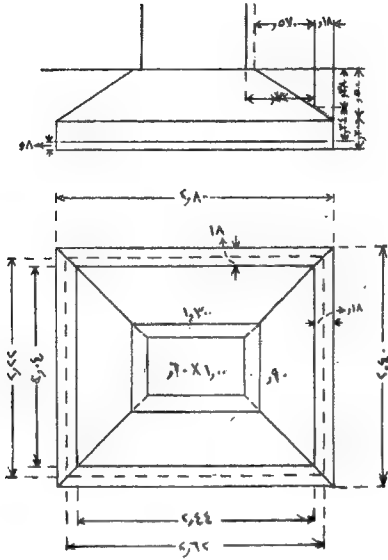
الحمل الكلي ١٨١٠٠٠ = ١١٠٠٠ + ١٧٠٠٠ كجم

مقاومة التربة ٢٧٠٠٠ كجم / سم^٢

$$\text{الحل - مسطح الاساس} = \frac{١٨١٠٠٠}{٢٧٠٠٠} = ٢م٦٩ =$$

نفرض ان ابعاد الاساس ٢ر٨٠ × ٢ر٤٠ = ٢م٦٩٢

نفرض ان م مركز ثقل البروز (١) يبعد بالمسافة س م عن واجهة العمود
مركز الثقل م للبروز ا يستخرج من المعادلة الآتية (والشكل ١٥٨ يبين
تصميم الاساس)



شكل ١٥٨

$$1 \text{ م} \times \frac{2740 + 160}{2} \times 190$$

$$\frac{190 \times 2}{3} \times \frac{190 \times 190}{2} \times 2 + \frac{190}{2} (190 \times 160) =$$

$$190 \times \left(\frac{2}{3} \times 190 \times 2 \right) \frac{190}{2} + \frac{190}{2} (190 \times 160)$$

$$\frac{\quad}{(2740 + 160) \frac{190}{2}} = 1 \text{ م}$$

$$\frac{٩٠ \times ٩٠ \times \frac{٢}{٣} \times ٢ + ٩٠ \times ٦٠}{٢٤٠ + ٦٠} =$$

$$\frac{\frac{٢}{٣} \times ٢ (٩٠) + (٩٠ \times ٦٠) \frac{١}{٣}}{٩٠ + ٦٠} =$$

$$٥٤ \text{ سم} = \frac{٢٧ + ٥٤}{١٥٠} =$$

٩ سم مسافة مركز الثقل للبروز في الاتجاه الآخر من واجهة العامود

$$\frac{\frac{٢}{٣} \times ٢ (٩٠) + (٩٠ \times ١٠٠) \frac{١}{٣}}{٩٠ + ١٠٠} = \text{سم}$$

$$\frac{٤٥ + ٥٤}{١٩٠} = ٥٢ \text{ متر}$$

$$\frac{٦٠ + ٢٤٠}{٢} \times ٩٠ \times ٢٧٠٠٠ \times ٥٤ = ١٩٦٨٣٠٠ \text{ كجم سم}$$

$$\frac{١٠٠ + ٢٨٠}{٢} \times ٩٠ \times ٢٧٠٠٠ \times ٥٢ = ٢٤٠٠٨٤٠ \text{ كجم سم}$$

$$\frac{١٤}{٦٠} \sqrt{٤٠} = ١٤ \text{ متر}$$

$$\frac{٤}{١٠٠} \sqrt{٤٠} = ٦٢ \text{ متر}$$

نعتبر ان سمك الاساس العامل هو ٧٢ متر

وتكون اسياخ التسليح على بعد ٧٢ سم من سطح الاساس

وعلى بعد ٨٠ سم من قاعدة الاساس أى أن السمك العامل هو ٧٢ سم

والسمك الكلى للاساس ٨٠ سم

وتوضع أسياخ التسليح العرضى فوق اسياخ التسليح الطولى

التسليح في الاتجاه الطولى

$$\sqrt{38} = \frac{2400840}{72 \times 875} = \frac{2}{5875}$$

أى ١٠ أسياخ مبرومة قطر $\frac{7}{8}$

وحيث أن مسطح البروز (١) = $\frac{1}{2}(240 + 60) \times 90$

$$21935 = 90 \times 150 =$$

فالحساب الأساس لمقاومة الشد القطرى — يعتبر القص الواقع على المسطح الخارج عن المستطيل الذى تبعد أضلاعه عن قاعدة العمود بعد يساوى و سلك الأساس فى كل اتجاه من اتجاهات العمود

$$ع \text{ القص فى اتجاه الطول} = 18 \times 262 \times 27000 = 12733 \text{ كجم}$$

$$ع, \text{ جهد القص} = \frac{12733}{244 \times 34 \times 875} = 18 \text{ كجم/سم}^2$$

$$\frac{\text{قص}}{\Sigma \text{ ط} \times \text{ث} \text{ و}} = \text{جت جهد التماسك}$$

$$= \frac{27000 \times 90 \times \frac{240 + 60}{2}}{72 \times 875 \times 6985 \times 10} = 83 \text{ كجم/سم}^2$$

وبالمثل يصير ايجاد عدد أسياخ التسليح فى الاتجاه العرضى واختبارها لمقاومة الشد القطرى والتماسك

أما الثقب فلا داعى لعمل اختبار له حيث أن الجهود المسببة عنه تكون عادة أصغر من المسموح

الاساسات المشتركة

إذا كانت الأعمدة الخارجية مصممة فى وضعها بحيث أن البروز الخارجى لا يمكن أن يكون متماثلاً فى المقدار مع البروز الداخلى بسبب حقوق الملكية أو لوائح التنظيم ففى مثل هذه الحالة يمكن استعمال أساس مشترك للعمودين

بدلاً من أساس مفرد لكل عامود

والإساس المشترك عبارة عن أساس يمتد تحت العامود الخارجى والعامود الداخلى المجاور له بحيث يكون الإساس المشترك ذا مسطح وشكل يسمحان بجعل مركز ثقل الاحمال التى على العامودين يقع فى نقطة تأثير رد الفعل وبحيث يكون مسطح الإساس كبيراً للدرجة لا يتجاوز معها الضغط على التربة مقدار قوة تحملها

ومن الأهمية بمكان كبير جعل مركز ثقل الاحمال متحداً مع نقطة تأثير رد الفعل لان فى ذلك ضمان لانتظام الهبوط

وقد يحدث عند نواصى المباني ان يعمل اساس مشترك لاربعة اعمدة بحيث يكون هذا الاساس مصمماً او مفرغاً تبعاً لقوة تحمل التربة

الاساسات المتصلة

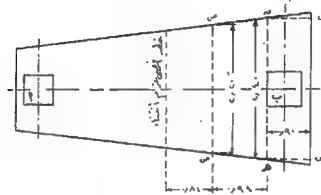
عبارة عن أساسين لعامود خارجى وآخر داخلى متصلين بكمر بينهما ويستعمل هذا النوع عند ما يضطر لمفاداة التعدى على أملاك الغير

الاساسات المستمرة

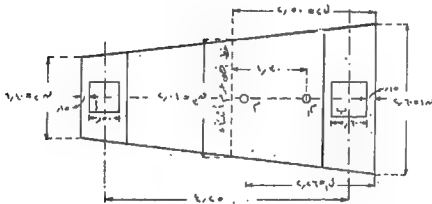
هى أساسات تحت جملة أعمدة وتكون منتظمة فى الشكل وقد تكون تحت أعمدة على صف واحد أو على صفوف متقاطعة فى خطوط متعامدة وقد تشمل كل مسطح البناء وتكون فى هذه الحالة على شكل فرش (Raff) وتستعمل هذه فى حالة ما تكون قوة تحمل التربة ضعيفة جداً وتستعمل أيضاً فى حالة ما يقام الإساس على خوازيق قريبة من بعضها وهذا النوع من الإساس (الفرش) يضمن توزيع الاحمال بانتظام وكذا يضمن هبوطاً منتظماً وتصميمها كتصميم الطوابق (Slabs)

مثال تطبيق

تصميم اساس مشترك لعمودين ١٢ م كالمين في الشكلين ١٥٩ و ١٦٠
قاعدة العمود (١) ٥٠ سم × ٥٠ سم



شكل ١٥٩



شكل ١٦٠

الحمل الذي عليه مقداره (١٢٥٠٠٠) كجم

قاعدة العمود (ب) ٦٠ سم × ٦٠ سم

الحمل الذي عليه مقداره (١٦٩٠٠٠) كجم

والمسافة بين محوري العمودين ٢٥ م

نفرض ان قوة تحمل التربة هو ٣٢٠٠٠ كجم/م^٢ وهذا اقل من قوة التربة

المسموحة ولذلك لا يحسب ثقل الاساس نفسه

الحل — لتصميم الاساس المشترك يجب مراعاة أن يكون مركز الثقل

للإساسة متحدا مع مركز الضغط للحملين الواقعين على العامودين وفضلا عن ذلك يجب أن تكون قاعدة الأساس ذات مسطح بحيث لا يزيد مقدار وحدة الضغط على التربة تحت الأساس عن قوة تحملها المسموحة

بمجموع الحملين الواقعين على العامودين ١ و ٢

كجم	١٢٥٠٠٠	
كجم	١٦٩٠٠٠	
كجم	<u>٢٩٤٠٠٠</u>	
كجم/م	٢٩٤٠٠	فاذا فرضنا أن وحدة الحمل على التربة
	$٢٩٤٠٠ \div ٢٩٤٠٠ = ٢١٠$	فإن قاعدة الأساس تكون

وبفرض أن شكل قاعدة الأساس شبه منحرف وذلك تبعا لتوزيع عزم الاثشاء ولكي يكون الهبوط منتظما فإنه يمكن إيجاد أبعاد شبه المنحرف كما يأتي
نفرض أن قاعدتي شبه المنحرف هما (١) م (٢) م وأن الطول هو (ل) م

$$\text{فإن مسطح الأساس} = \frac{١٠ + ٢٠}{٢} \times \text{ل}$$

ولكن ل يمكن إيجاده لأن المسافة بين محوري العامودين هي ٢٤٢٥
فإذا فرضنا أن بروز الأساس تحت كل عامود هو ١٥ سم

$$\text{فإن ل} = ٤٢٥ + \frac{٢٠}{٢} + \frac{١٠}{٢} \times ٢ = ٥١٠$$

$$\frac{١٠ + ٢٠}{٢} \times ٥١٠ = ١٠٠٠$$

$$\text{أي } ١٠ + ٢٠ = \frac{٢٠}{٥١٠} = ٩٢ \text{ م أي } ٤٠ \text{ م تقريبا (١)}$$

لايجاد مركز الثقل نأخذ عزما على محور العامود (ب) ونفرض أن ل هي مسافة مركز الضغوط م من حافة الأساس وتكون المسافة من مركز الضغوط

$$\text{ألى محور العامود (ب) هي ل} = (٣٠ + ١٥) = ٤٥$$

عزم محصلة الضغوط $= ٢٩٤٠٠٠ (١,٧ \times ٤٥) = ١٢٥٠٠٠ \times ٤,٢٥$

$$\text{ومنه ل} = ٠,٤٥ = \frac{٤,٢٥ \times ١٢٥٠٠٠}{٢٩٤٠٠٠}$$

$$\text{ل} = ٢,٢٦ =$$

$$\text{ل} - ٥,١٠ = ٢,٨٤ =$$

$$\text{ومن المعادلة ل} = \frac{\left(\frac{٢,٢٦ + ١,٧}{٢,٧ + ١,٧} \right) \text{ل}}{٣}$$

$$(٢) \quad \left(\frac{١,٧ + ١,٧}{٢,٧ + ١,٧} \right) \frac{٥,١٠}{٣} = ٢,٢٦$$

فاذا عوضنا $١,٧ + ١,٧$ بالعدد ٤

$$\text{تصبح المعادلة (٢) كما يأتي } ٢,٢٦ = \frac{٢,٧ + ٤}{٤} \times \frac{٥,١٠}{٣}$$

$$\frac{٥,١٠ (٢,٧ + ٤)}{١٢} =$$

$$\text{ومنها ل} = ٢,٨٤ =$$

$$\text{فتكون ل} = ٤ - ١,١٠ = ٢,٩٠ =$$

ولايجاد سمك الأساس ومسطح التسليح اللازم يجب ايجاد اقصى عزم اثناء
وهو يقع عند القطاع الذي يكون فيه القص مساويا لصفر ثم ايجاد مركز
الثقل لاحد قسمي الاساس الواقعين على جانبي هذا القطاع ولنفرض ان هذا
القطاع يقع على مسافة ل من القاعدة

$$\text{فيكون } ٢٩٤٠٠ = \left[\frac{١,١٨ - ٢,٩٠}{٥,١٠ \times ٢} (٢,٩٠) - \frac{١,١٨ - ٢,٩٠}{٥,١٠ \times ٢} (٢,٩٠) \right]$$

$$٥,٧ = \frac{١,١٨ - ٢,٩٠}{٥,١٠ \times ٢} (٢,٩٠)$$

$$٢,٩٠ = \frac{١,١٨ - ٢,٩٠}{٥,١٠ \times ٢} (٢,٩٠)$$

$$١,٢٠ = \frac{١,١٨ - ٢,٩٠}{٥,١٠ \times ٢} (٢,٩٠)$$

فاذا فرضنا أن r هو طول قطاع اقصى عزم اثناء

$$\frac{2500 - 510}{510} = \frac{25 - 25}{120}$$

$$\text{ومنه } r = 25 = \frac{120 \times 260}{510} = 61$$

$$\text{ومنه } r = 61 = 140 + 19 = 201$$

فاذا فرضنا أن L = البعد بين مركز الثقل لاحد قسمي الاساس وليكن القسم الذى على يمين قطاع اقصى عزم اثناء وبين خط اقصى عزم اثناء

$$\text{فان } L = \frac{25}{3} = \left(\frac{152 + 25}{15 + 25} \right) \frac{250}{3} = \left[\frac{520 + 201}{260 + 201} \right] \frac{250}{3} = 130$$

اما وقد وصلنا الى هذه النتائج فيمكن حساب اقصى عزم اثناء

$$E = 169000 = (250 - 140 - 130) \times 126750 \text{ كجم}$$

$$= 100 \times 126750 \text{ كجم سم}$$

$$E \text{ للتر الواحد من العرض} = \frac{100 \times 126750}{201} = 636000 \text{ كجم سم}$$

$$\text{ومن ذلك } W = \sqrt{\frac{100 \times 126750}{201}} = 250 \text{ سم أى } 100 \text{ سم}$$

$$S \text{ مسطح الاسياخ} = \frac{E}{5875} = \frac{100 \times 126750}{100 \times 1875} = 144 \text{ سم}^2$$

اذا استعملنا اسياخ من قطر $\frac{1}{4}$ يكون عدد الاسياخ التى تستعمل هو ١٨ سيخ يحسب جهد التماسك لهذا العدد من الاسياخ

$$\text{جت} = \frac{\text{قص}}{\Sigma \text{ط} \times \text{ث} \text{ و}}$$

$$\text{قص} = 169000 \text{ كجم}$$

فاذا فرضنا أن الاسياخ المستعملة هى من الاسياخ المتتوية ذات قوة التماسك

الكيرة والتي جت لها يساوى ١٠ر٤ كجم/سم^٢

$$\text{فان ط} = \frac{١٦٩٠٠٠}{١٨٧٥ \times ١٠٠ \times ٩٩٧ \times ١٠ر٤} = ١٩ \text{ سم}$$

٠٠. يصير استعمال ١٩ سم حيث أن جهد التماسك يحدد ذلك ويجب إضافة أسياخ توزيع في اتجاه العرض لمنع انثناء بروز الأساس فإذا اعتبرنا العامود (ب) فان عرض العتب الموزع للأشمال على التربة يكون ٩٠ سم والحل الذي يجب أن يصمم عليه هذا البروز هو

$$\left(\frac{١٦٩٠٠٠}{٢} \right) \left(\frac{١٠ - ١٩}{١٩} \right)$$

$$١٠٠ \times \frac{١٠٠}{٢} \times \left(\frac{١٠ - ٢٩}{٢٩} \right) \left(\frac{١٦٩٠٠٠}{٢} \right) = ٤٠٠$$

$$= ٣٢٥٠٠٠٠ \text{ كجم سم}$$

$$\text{ويكون سمك العتب تحت العامود (ب)} = ٤٠ \text{ سم} = \frac{٣٢٥٠٠٠٠}{٩٠}$$

٠. وحيث أن سمك الأساس على اعتبار أنه طابق هو ١٠٠ سم فيعتبر سمك العتب تحت العامود ١٠٠ سم

$$\text{سم } ٣٨ = \frac{٣٢٥٠٠٠٠}{١٠٠ \times ٨٧٥}$$

إذا استعملت أسياخ من قطر ٢ يكون عددها ١٤ سيخاً وبنفس الطريقة يحسب عدد الأسياخ تحت العامود (١) وفي بعض الحالات يكون سمك العتب الموزع أكبر من سمك الأساس كله فيصير عمل الأساس تحت العامود بسمك أكبر من باقي الأساس والآن يجب تحقيق جهد التماسك للأسياخ

$$\text{أقصى جهد للقص تحت العامود (ب)} = ٦٥٠٠٠ \text{ كجم}$$

$$\text{فإذا استعملنا أسياخاً من الملتوية فان جت} = ١٠ر٤ \text{ كجم/سم } ٢$$

$$\frac{٦٥٠٠٠}{٥٠٩٧ \times ٠٨٧٥ \times ١٠٠ \times ١٠٠} = \text{عدد أسياخ التسليح}$$

$$= ١٢ \text{ سيخاً}$$

وعليه يصير استعمال ١٤ سيخاً وكذا يستعمل تحت العמוד (١) العدد الأكبر الذى ينتجه الحساب

وتوضع أسياخ تسليح عرضية للتوزيع فى المسافة الباقية بين العמודين على مسافات بين محاورها نحو ٦٠ سم حتى يضمن متانة الأساس ومقدرته على توزيع الاحمال

ويجب عمل تسليح لمقاومة جهود الشد القطرى بواسطة كانات وحساب ذلك يصير إيجاد البعد ك من موقع أقصى عزم اثناء الى الخط ص ص الذى عنده تكون وحدة جهد القص مساوية للجهد المسموح للخرسانة بدون حدوث شروخ فيها ولنفرض أن هذا الجهد = ٢٧ كجم / سم^٢
فإن القطاع ص ص يمكن إيجاد بعده من المعادلة الآتية :

$$\frac{١}{٨} \times ٢٠٧ \times ١٠٠ \times ٢٠١ \times ١٠٠ = ٢٩٤٠ \times ك$$

$$ك = ٨١ \text{ سم}$$

والطول هـ هـ الذى هو طول القطاع الخطر وكذا الطول ص ص القطاع الذى يكون عنده وحدة جهد القص مساوية للجهد المسموح بدون حدوث شروخ يمكن الحصول عليها بالمقاس من شكل شبه المنحرف الذى يمثل الأساس اذا رسم بمقياس مضبوط

وبالمقاس هـ هـ = ٢٤٠ متر ٦ ص ص = ٢٢٠ متر
وحدة القص عند القطاع هـ هـ

$$= \frac{٢٩٤٠ \times ٩٠ \times ٢٤٠ - ١٦٩٠٠٠}{\frac{١}{٨} \times ١٠٠ \times ٢٤٠} = ٥ \text{ كجم / سم}^٢$$

وبمجموع القص الذى ستقاومه الركابات

$$٢٤٨٦٣ = ٩٤ \left[\frac{٢٢٠ + ٢٤٠}{٢} \right] \left[\frac{٥}{٢} \right] \left[\frac{٢٧ - ٥}{٥} \right]$$

فاذا استعملنا ركابات مبرومة من قطر ١٠ فان عدد الركابات يكون

$$٢٠ = \frac{٢٤٨٦٣}{١٠٠٠ \times ١٢٦}$$

وبمثل هذه الطريقة يصير إيجاد عدد الركابات عند العמוד (١)
والاحمال الخارجة عن محوري العמודين ا ب أى الحمل الذى على يسار
محور العמוד (١) والحمل الذى على يمين محور العמוד (ب) يسببان شدا فى
أسفل الاساس عند القطاعين المارين بمحورى العמודين ا ب فيحسن اضافة
عدد قليل من الاسياخ لمقاومة هذا الشد

أما اذا كان الحملين الواقعين على العמודين متساويين فيصمم الاساس
على أنه مستطيل وليس شبه منحرف ويكون تصميمه كتصميم عتب على شكل
حرف T معكوس

أما الاساسات المتصلة بكرات فتستعمل لغرض منع التعدى على ملك الغير
ولكن فى هذه الحالة يصير وصل الاساسين المفردين بكر من الخرسانة
المسلحة يختلف قطاعه عن قطاع كل من أساسى العמודين بخلاف الحالة فى
الاساسات المشتركة وللانقصاد فى الحفر للمكمر يصير جعل سطح المكمر الاعلا
مع سطح الاساسين

اساسات الحوائط المصنوعة من خرسانة عادية

الحوائط الخفيفة — فى تصميم الاساسات لحوائط المساكن والمباني القليلة
الارتفاع المكونة من دور واحد والتى فيها سمك الاساس لا يتجاوز ٣٠ سم
يعمل بروز الاساس عن واجهه الحائط نصف سمك الحائط
ويعمل سمك الاساس ضعف البروز أو مساو لسمك الحائط ولكن
يجب التحقق من ان تصميم الاساس بهذه الابعاد لا يعطى ضغوطا على التربة
اكثر من قوة تحملها

أما فى حالة المباني ذات الارتفاعات الكبيرة والحوائط الثقيلة فيحسب
ثقل الحائط والحمل الذى عليها مضافا اليه ثقل الاساس ثم يقسم المجموع على

قوة تحمل التربة المسموحة لايجاد مسطح الاساس ويلاحظ تدريج الاساس أو امالة جوانبه وتصمم اساسات الاعمدة الخرسانية العادية بنفس الطريقة

الاساسات الخرسانية المسلحة للحوائط

يحسب مسطح الاساس في المتر الطولى بقسمة الحمل (ص) في المتر الطولى من الحائط على قوة تحمل التربة او مقاومتها ومن ذلك يمكن الحصول على عرض الاساس (ب) وكذا على بروز الاساس (ح) لأن

$$ح = \frac{ب - ١}{٢} \text{ اذا كان } ١ \text{ هو سمك الحائط}$$

بعد الحصول على مقدار البروز يصير إيجاد سمك الاساس من مقدار عزم الانثناء عند القطاع الخطر (واجهة الحائط)

$$ع = \frac{ص \times ١}{٢}$$

لايجاد سمك الاساس و فان

$$و = \sqrt{\frac{ع}{١٠٠}} \times ٤٠$$

اما مسطح التسليح م فيحسب من القانون

$$م = \frac{ع}{٥ \times ٨٧٥} \text{ على اعتبار ان شص} = ١٠٠٠ \text{ كجم/سم}^٢$$

ثم تضاف اسياخ التوزيع بنسبة ٢٠٪ ومن المستحسن تكسيح أسياخ التسليح وثنيها كما هو مبين بالشكل ١٦١

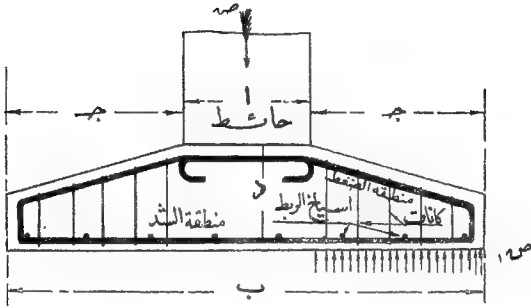
ثم تحسب الكانات من القص في المتر الطولى

$$ع = ١ \times ح \times ص, \text{ فإذا كانت المسافة بين كاتين هي } م \text{ مترا } م, \text{ هو}$$

قطاع الكانة م ك = عدد فروع الكانة الواحدة

$$\text{فإن } م . ع = \text{قص } \times م, ٨٧٥ \times ٥ \times ك$$

ومنه يمكن استخراج مقدار م



شكل ١٦١

مثال تطبيقي

صمم أساساً من الخرسانة المسلحة لحائط اذا كان

ص (الحمل في المتر الطولي) = ٢٥٠٠٠ ك ج

ا (سمك الحائط) = ٦٠ سم

ص (مقاومة الارض) = ١٠٠٠٠ ك ج / م^٢

شص (جهد الشد لحديد التسليح) = ١٠٠٠ ك ج / سم^٢

ضخ (جهد الضغط للخرسانة) = ٤٠ ك ج / سم^٢

معامل مرونة الحديد (معامل مرونة الخرسانة) = ١٥

قص (جهد القص للحديد) = ٨٠٠ ك ج / سم^٢

الحل — مسطح الأساس للمتر الطولي = $\frac{25000}{10000} = 2.5$ م

ويكون عرض الأساس = ٢.٥ م

بروز الأساس = $\frac{2.5 - 0.6}{2} = 0.95$ م

$$ع = \frac{(٠.٩٥) \times ١٠٠٠٠}{٢} = \text{عزم الاشياء عند واجهة الحائط}$$

$$= ٤٥١٢٥٠ \text{ كجم أو } ٤٥١٢٥٠ \text{ كجم}$$

لايجاد سمك الاساس و

$$و = \sqrt{\frac{ع}{ب}} = \sqrt{\frac{٤٥١٢٥٠}{١٠٠}} = ٢١.٢٨ \text{ سم}$$

$$= ٢١.٢٨ \text{ سم}$$

أى السمك العامل تحت الحائط هو ٢٧ سم تقريبا والسمك الكلى

٣١ سم

$$\text{لايجاد م (مسطح التسليح)} = \frac{ع}{٥ \times ١٧٥} = ١٩.١ \text{ سم}$$

أى يستعمل ١٠ أسياخ قطر ٥ ويحسن تكسيحها ورفعها الى منطقة الضغط

$$\text{أما أسياخ التوزيع فيكون مسطحها } ١٩.١ \times ٢٠\% = ٣.٨٢ \text{ سم}$$

ثم تحسب الكانات

فاذا فرضنا أن الكانات من أسياخ قطر ٦.٣٥ سم ومسطح قطاع

$$\text{الكانة } ١ \text{ سم} = ٣.٢ \text{ سم}$$

فإن مجموع القص الذى تقاومه الكانات فى المتر الطولى

$$ع = ١٠٠٠ \times ٠.٩٥ \times ١.٠٠ = ٩٥٠$$

ولايجاد المسافة (م) بين الكانات تستعمل المعادلة الآتية

$$م \times ٢ = ع = \text{قص} \times ١ \text{ سم} \times ٠.٨٧٥ \times ٥ \times \text{عدد فروع الكانة}$$

وحيث أن عدد فروع الكانة = ١١ لأنها تمر فوق كل الاسياخ

$$\text{فيكون } ٢ \times ١١ \times ١.٠٠ \times ٩٥٠ = ١٠٠٠ \times ٠.٨٧٥ \times ٣.٢ \times ٢٧ \times ١١$$

$$٢٠٠ = \frac{٦٥٢٨}{٩٥٠٠} = ٧ \text{ سم}$$

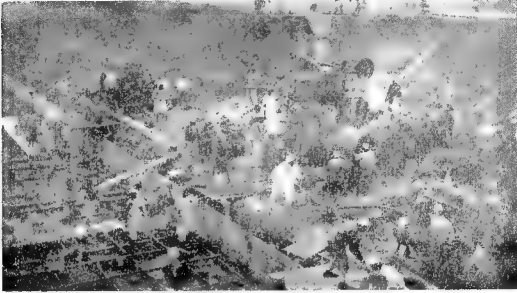
الاساسات الشبكية Grillage Foundations

الغرض من استعمال الاساسات الشبكية هو توزيع الاحمال على مسطح كبير من التربة بواسطة أساس ممتد (Spread) فوظيفته في ذلك كوظيفة الاساسات الخرسانية المسلحة التي أصبح الآن لها شأن أكبر وشاع استعمالها أكثر من الاساسات الشبكية ويراعى في الاساسات الشبكية أن يكون سمك الأساس أصغر مما يمكن ويستعمل في تسليحها قضبان او كمرات حديدية توضع على طبقتين وفي اتجاهين متعامدين وهذه الشبكة المكونة من طبقتي الكمرات تكون مدفونة ضمن اساس من الخرسانة ويلاحظ ان تغطي القضبان أو الكمرات بالخرسانة من جميع جهاتها لحمايتها من الصدأ كما هو الحال في الخرسانة المسلحة وتضمم الكمرات على انها تقاوم أقصى عزم انشاء وكذا أقصى مقدار للقص

ويراعى في المسافات التي بين الكمرات التي في طبقة واحدة ان تكون كافية لغرض ذلك الخرسانة بينها بحيث يمكن توزيع الاحمال بواسطة الخرسانة ويجب المحافظة على المسافة التي بين الكمرات بواسطة وضع فواصل من الحديد بينها على مسافات من طولها وان لا يقل ارتفاع الخرسانة تحت الكمر عن ١٠ سم ويحسن ان يكون من ١٥ سم الى ٢٥ سم وأن لا تقل المسافات بين حافات رؤوس الكمرات عن ٧ سم ولا تزيد عن ٣ مرات عرض رأس الكمر

وتوضع طبقة الخرسانة التي تحت الشبكة أولا ثم توضع الكمرات التي في الطبقة السفلى مع ملاحظة المحافظة على المسافات التي بينها ثم توضع الطبقة الثانية من الكمرات مع المحافظة أيضا على المسافات التي بينها ويحسن ربط الطبقتين ببعضها بأسلاك حديدية حتى لا تتزحزح عن مواضعها أثناء صب الخرسانة ودكها ويجب الاعتناء بذلك الخرسانة بحيث تملأ كل الفراغ الذي بين الكمرات وبحيث تتركز الخرسانة على رؤوس الكمرات مع عدم زحزحة الكمرات عن مواضعها

ويعتبر مسطح الاساس العامل انه مستطيل احد ضاعيه طول الكمرات
والآخر العرض بين الحافتين المتطرفتين لرؤوس الكمرات
والصورة الفوتوغرافية شكل ١٦٢ تبين أساسا شبكيا حديديا



شكل ١٦٢

الاساسات الشبكية الحديدية

مثال تطبيقى — صمم أساسا شبكيا حديديا لعمود من الكمر الحديدي
وعليه حمل مقداره ١٨٠٠٠٠ ك ج وقوة تحمل التربة التى سيقام عليها الاساس
٢ ك ج / سم

$$\text{مسطح الاساس} = \frac{18000}{4} = 4500 \text{ سم}^2$$

نفرض ان الاساس مستطيلا ابعاده ٢٤٠ سم × ٣٨٠ سم = ٩١٢٠٠ سم^٢
فنفرض أن ٢٥ سم من كل من أبعاد من القاعدة الخرسانية غير عاملة
فان ابعاد مسطح الطبقة السفلى من الكمرات هى ١٩٠ سم × ٣٣٠ سم
فاذا فرضنا أن العمود يرتكز على قاعدة من الصلب فوق الطبقة العليا من
الشبكة الحديدية وابعاد هذه القاعدة ٤٠ × ٤٠ × ٢٥ سم فان ابعاد الطبقة
العليا الحديدية يكون ١٩٠ سم × ٤٠ سم

ع للطبقة السفلى تحسب كما يأتي

$$ع = ٢٤٠ \times ٢ = \left(\frac{٢(٢٠-١٩٠)}{٢} \right) = ٦٩٣٦٠٠٠ \text{ كجم سم}$$

$$ع = \frac{\text{شخص} \times ٢٤}{٢} \quad \text{أو} \quad \frac{ع}{١٤٠٠} = \frac{٢٤}{٢}$$

ع = عزم الفصور الذاتي للكم

ولنفرض أن الكم على شكل 1

ابعاده كما يأتي عرض الرأس = ب

ارتفاع الروح (Web) = ١.٥

ارتفاع الكم من الحافة العليا الى الحافة السفلى = س

عرض رأس الكم ناقصا سمك الروح = ١.٢

سمك الروح = ب - ١.٢

$$ع = \frac{\text{الكم}}{١٢} = \frac{٢٥١.٢ - ٢٥١.٢}{١٢} \quad \text{ي} = \frac{٥}{٢}$$

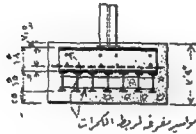
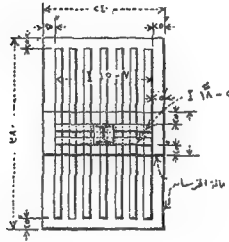
$$\frac{ع}{٢} = \frac{٢٥١.٢ - ٢٥١.٢}{٥٦}$$

$$\text{ولكن} \quad \frac{ع}{٢} = \frac{٦٩٣٦٠٠٠}{١٤٠٠} = ٤٩٥٥$$

ويمكن استخراج قطاع الكم من أى جدول من جداول قطاعات الكم

ثم يختبر قطاع الكم للقص واذا استعمل ٧ كمات من ارتفاع ١٥ ووزن ٤٢ رطل فذلك يفى بالغرض

وبمثل هذه الطريقة يستخرج عدد الكمات اللازم للطبقة العليا وبالحساب يوجد أنه يكفى استعمال كميتين ارتفاع ١٨ وزن ٧٠ رطل والشكل ١٦٣ يبين ذلك



شكل ١٦٣

الاساسات الشبكية الخشبية

في المنشآت المؤقتة على تربة ضعيفة وكذا في المنشآت الدائمة إذا كان الأساس تحت منسوب سطح الماء الجوف يمكن استعمال اساسات شبكية خشبية فإذا كانت الأساسات حاملة لحوائط فتعمل الشبكة من ثلاث طبقات من الخشب تكون الطبقة السفلى والعليا في اتجاه طول الحائط ومن ألواح سمك ٢ أو ٣ والطبقة التي بينهما تكون في اتجاه عمودي على طول الحائط وتكون من أخشاب متينة لتقاوم عزم الانثناء الناشئ على البروزين الخارجين عن واجهتي الحائط كما هو مبين بالشكل ١٦٤

وتوضع هذه الكتلة على مسافات بينها تحدد حسب قطاعها وقوة مقاومتها والطبقة العليا من الشبكة توزع الحمل على الكتل التي تحتها ويجب حساب هذه على اعتبار أنها اعتاب وأن لا تزيد الجهود الحادثة فيها عن الجهد المسموح

نوع الخشب المستعمل ويمكن أخذ الجهد المسموح في الأعمال المؤقتة كأنه يساوى ١١٠ كجم/سم^٢

فاذا كان الأساس لعמוד ابعاد قطاعه عادة فان الشبكة يكفى أن تكون من طبقتين من الكتل يرتكزان على طبقة من الألواح ترتكز فوق سطح التربة وذلك لضمان انتظام توزيع الحمل وضمان هبوط متساو لكل الكتل وقد يستدعى الحال زيادة عدد الطبقات الخشبية

مثال تطبيقي — صمم أساسا شبكيا من الخشب لحائط سمكه ٤٥ سم عند أسفله اذا كان الثقل في المتر الطولى ١٧٦٠٠ كجم/م والحمل المسموح على التربة هو ٩٦٠٠ كج/م^٢

$$\text{الحل — عرض الأساس} = \frac{١٧٦٠٠}{٩٦٠٠} = ١٨٥ \text{ م تقريبا}$$

وعليه يكون بروز الأساس عن أوجه الحائط في كل من الاتجاهين $\frac{1}{2}(١٨٥ - ٩٥) = ٥٠$ متر أو ٧٠ سم

$$\text{وعزم الانثناء لاجد البروزين} = ٩٦٠٠ \times ٧٠ \times ٣٥ \times ١٠٠ = ٢٣٥٢٠٠ \text{ كجم سم}$$

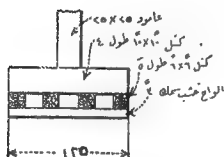
$$ع = \frac{\text{شب} \times ع}{ي} = \frac{٢٣٥٢٠٠}{١١٠} \text{ كجم سم}$$

$$\begin{aligned} \text{شب} &= ١١٠ \text{ كجم/سم}^٢ \\ ع &= \frac{٢٣٥٢٠٠}{١٢} \text{ وفيها ب عرض الكتلة } ع \text{ و ارتفاعها } \\ &= \frac{ع}{ي} = \frac{٢٣٥٢٠٠}{١١٠} \end{aligned}$$

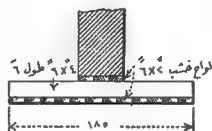
$$\begin{aligned} \text{شب} &= \frac{ع}{ي} = \frac{٢٣٥٢٠٠}{١١٠} = \frac{٢٣٥٢٠٠}{١١٠} \\ &= \frac{٢١٣٨}{٦} \end{aligned}$$

ومن ذلك يمكن معرفة عدد الكتل التي يجب استعمالها وكذا ابعاد قطاعها
إذا استعملت كتل خشبية من ابعاد 4×6 طول ٦ والابعاد بين محاورها
مقدارها ٨ فانها تفي بالغرض.

أما الألواح التي تستعمل لتوزيع الاحمال فتكون من سمك ٢ الى ٣
كما هو مبين بالشكل ١٦٤



شكل ١٦٥



شكل ١٦٤

مثال تطبيقى

عامود ابعاده (٢٥ × ٢٥ سم) يحمل بحمل مقداره (١٩٦٤٣) كجم
فاذا كانت الجهود المسموحة كالمبين بالمثل السابق وجد الضغط للخشب
٢٢٣ كجم/سم^٢ فمضم الاساس للعامود

$$\text{الحل} - \text{مسطح اساس العامود} = \frac{19643}{9600} = 2.04 \text{ م تقريباً}$$

نفرض أن ابعاد الاساس هي ١.٢٥ × ١.٢٥ م
وأن الطبقة التي تحت العامود طول الاخشاب التي فيها ١.٢٥ م كما هو
مبين بالشكل ١٦٥

فاذا كان البروز المتأثر برد الفعل طوله ٢.٢٥ سم أى يبدأ عند محور قاعدة
العامود فان عزم الاشتاء يكون

$$E = 1.25 \times 1.25 \times 9600 \times 1.25 \times 1.25$$

$$= 30 \times 10 \text{ كجم سم}$$

و $\frac{200}{6} = \frac{10 \times 300}{110}$ ومن ذلك يمكن استخراج ابعاد الكتل وعددها

ولنفرض اننا استعملنا كتلا 3×3 كما هو مبين بالشكل ١٦٥

أساسات أعمال الرى

أعمال الرى تشمل القناطر والاعتاب بانواعها المختلفة والمصببات والسدود والكبارى والسحارات والبدالات

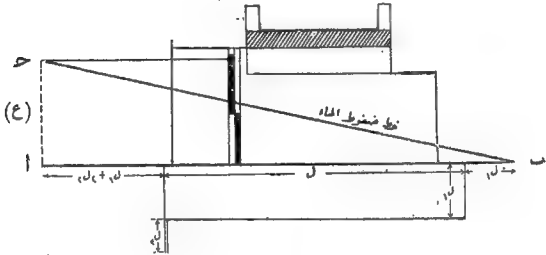
السدود والخزانات — البنائية الكبيرة الارتفاع والتي تبني على أساس صخرى أصم فكل ما يجب الحصول عليه هو أن تكون قوة تحمل الصخر أكبر من الجهود التي تنشأ عن محصلة القوى المسببة عن ثقل الخزان والاحمال الحية وضغط الماء المسبب عن فرق التوازن والقوى الأخرى المؤثرة كاهتزازات حركة المرور وضغط الرياح ويجب عمل الاحتياطات التي سبق بيانها في الباب الأول لعدم وجود مياه بين جسم الخزان والاساس

أما الاعتاب والقناطر والمصببات والسدود البنائية الصغيرة الارتفاع والمقامة على طبقة رملية أو طينية أو طينية رملية فتصمم فروشاتهما من تأثير قوة الرفع الى اعلا المسببة عن وجود المياه بين الاساس والتربة وحيث أن ضعف قوة تحمل التربة في حالة البناء على تربة من الانواع السابقة يمكن تلافيه اما بتكبير مسطح الاساس أو بتقوية التربة بخوازيق أو باستعمال خوازيق حاملة وبذا يضمن عدم تداعى البناء بسبب الهبوط

فما يخشى منه في هذه الحالات هو سقوط المنشآت بسبب نحر التربة التي تحت الفرش نتيجة للضاغط المسبب عن فرق التوازن ولذا يعمل الفرش الخلفى بطول كاف خلف القنطرة حتى تنعدم سرعة المياه المسببة عن الضاغط وبذا تصبح المياه غير قادرة على حمل حبات التربة

ويجب جعل الضغط المقاوم لقوة الرفع أكبر منها حتى تضمن سلامة الفرش وعدم كسره بتأثير قوة الرفع الى أعلا وفيما يلي سنشرح تأثير قوة

الرفع على فروشات القناطر والاعتاب والاعمال المعرضة لضغط بسبب
فرق توازن الماء عليها
فلنفرض قنطرة كالمبينة بالشكل ١٦٦



شكل ١٦٦

وفيها ١ = سمك الفرش

٢ = طول الفرش

٣ = ارتفاع الستائر الامامية

٤ = ارتفاع الماء أمام القنطرة

ولنفرض أن القنطرة جافة في الخلف ففي هذه الحالة يكون

٤ هو فرق التوازن على القنطرة

وطول خط الرش أي المسافة التي تمر فيها المياه في جزء قاطع للماء يساوي

$$١ + ٢ + ٣$$

وتبدأ المياه مرورها في هذا الخط بسرعة معينة تبعاً للضغط ٤ ثم تقل

سرعتها شيئاً فشيئاً بسبب الاحتكاك بينها وبين الأساس وجبات التربة

فإذا فرضنا أن معامل الاحتكاك ثابت في الطول $١ + ٢ + ٣$

فيمكن الحصول على خط ضغوط المياه بأخذ مسافة أمام فرش القنطرة

مساوية لطول $١ + ٢$ ومسافة خلف فرش القنطرة مساوية

لـ ٣ وبذلك نحصل على طول خط الرش فإذا اقننا من النقطة الامامية (أ)

الخط الرش خطاً رأسياً يقطع منسوب الماء في الأمام في النقطة ح ثم وصلنا بين نقطة (ح) والنقطة الخلفية (ب) لخط الرش فهذا الخط المائل الواصل بين النقطتين هو خط ضغط المياه ويمكن الحصول على قوة الرفع عند أي نقطة بمقاس الخط الرأسى بين هذا الخط المائل والسطح الاسفل لفرش القنطرة

فاذا كان خلف الحجز ماء فيطرح ارتفاع هذا الماء من ارتفاع خط الضغوط عن الأساس وذلك لأن الماء الخلفى يقاوم جزءاً من الضغط الى أعلا مساو له في المقدار فاذا لم يعترض خط سير الماء تحت الفرش عقبات كستائر او دفرة فإن خط الضغوط يكون خطاً مستقيماً اما اذا اعترضه ستائر او دفرة فإنه يحدث سقوط فجائى عند مواقع الستائر او الدفرة مقدار ضغف ارتفاع الستائر او ضعف ارتفاع الدفرة مضافاً اليه سمكها

ويقاوم الرفع الى أعلا امام القنطرة الماء بارتفاع (ع) مضافاً الى ذلك ثقل الفرش (ث ل) وبما ان (ث) اكبر من (١) فيكون الضغط المقاوم للرفع اكبر في المقدار من الرفع

اما خلف القنطرة فيجب ان يصمم سمك الفرش بحيث انه وحده يكون قادراً على مقاومة قوة الرفع وتلك هى الحالة التى تكون فيها القنطرة جافة فى الخلف فاذا كانت القنطرة لا تجف فى الخلف فيخصم اقل ارتفاع للماء (ع) يوجد خلف القنطرة من قبوة الرفع ويصمم الفرش على انه يقاوم قوة الرفع مطروحاً منها هذا الارتفاع من الماء (ع) وفي هذه الحالة يؤخذ طول خط الرش على المنسوب الخلفى للماء

وفى هذه الحالة اذا ساوينا بين القوتين يكون قوة الرفع = $١ع + ث ل$ ولكن قوة الرفع = $١ع + ل + ١$ المسافة بين منسوب الماء الخلفى وخط الضغوط فاذا فرضنا ان قوة الرفع = ف

والمسافة بين منسوب الماء الخلفى وخط الضغوط = د

فإن $ف = ١ع + ل + ١ + د$

ولكن $ف = ١ع + ث ل$

$$١٠٠ + ١٠ ل + ١٠ ع = ١٠ ل + ١٠ ل + ١٠ و$$

$$\text{ومنها } ١٠ ل = ١٠ ل + ١٠ و$$

$$\text{و } ١٠ ل = ١٠ ل - ١٠ ل = (١ - \text{ث})$$

$$\text{و } ١٠ ل = ١٠ ل + (١ - \text{ث})$$

وفي حالة ما تكون القنطرة جافة يكون و هو المسافة بين السطح الاعلا للفرش وخط الضغوط

فكأننا في هذه الحالة نعتبر أن سمك الفرش باعتباره معوم يقاوم قوة الرفع مطروحا منها ارتفاع الماء خلف القنطرة و سمك الفرش ولكن لجانب الأيمن يستعمل عادة معامل أمن مقداره من ١.٢٠ الى ١.٥٠ فإذا فرضنا أن معامل الأمن هو ١.٢٥ فيكون

$$\frac{و}{١ - \text{ث}} = ١٠ ل$$

$$\text{و } ١٠ ل + \text{ث} = ١٠ ل + (١ - \text{ث})$$

وطول خط الرشع اذا كان ع هو فرق التوازن بين الامام والخلف و ه معامل يتغير بتغيير نوع التربة ومقدار سباحها لرشع الماء بين حباتها وجد أنه يساوى (هـ.ع) وفي مصر هـ تختلف من ٩ الى ١٥

ومن الواضح أنه كلما جعل الجزء من الفرش القاطع للباء أمام الحجز أطول كلما كان مقدار الرفع خلف موقع الحجز أقل وفي هذا توفير في سمك الاساس وعليه فيجب جعل أطول جزء من الفرش القاطع في الامام ولذا فكل الستائر والدفرات التي تعمل لهذا الغرض تعمل أمام الحجز أو تحت الحجز مباشرة اما اذا كان الغرض من الستائر او الدفرة هو حجز التربة من الزحف فيجب وضعها خلف الحجز ويلاحظ أن تطويل الفرش خلف الحجز مما يزيد قوة الرفع وبالتبعية سمك الفرش

ولكن من الضروري عمل جزء من الفرش القاطع خلف الحجز لحماية القاع من سقوط الماء ومن النحر ويجب ملاحظة ان تكون وصلات الستائر

محكمة جدا حتى لا ينفذ منها الماء وأن تدفن رموس الستائر داخل خرسانة الفرش

ومتى قل مقدار الرفع خلف الحجر الى درجة يسمح معها بتغيير سملك الفرش فيجب تدريج الفرش بجعل سملكه اصغر لان في ذلك اقتصاد وتعمل فروشات القناطر في مصر من خرسانة الجير والحجرة أو خرسانة الاسمنت والرمل العادية او الخرسانة المسلحة بشبكة من القضبان الحديدية

النحر خلف القناطر والسدود

سرعة الماء داخل القناطر تكون عادة اكبر من السرعة العادية في قطاع المجرى وعند خروج الماء من القنطرة تنزع للعودة الى سرعتها العادية قبل دخولها القنطرة ويتسبب عن ذلك حدوث دوامات تسبب نحرا في قاع المجرى أو جوانبه اذا لم تعمل الوقاية اللازمة كما أن سقوط الماء في حالة السدود يسبب نحرا أيضا ولذا وجب مد الفرش القاطع للماء خلف القنطرة أو السد حتى تعود الماء الى سرعتها التي لا تؤثر بالنحر في قاع المجرى وجوانبه ويجب حماية جوانب المجرى بتكسيات وحدوث نحر في القاع أو في الجوانب يتسبب عنه تداعي القنطرة أو السد

الكبارى والبدالات

أما في الكبارى فإن عمل قطاع مجرى الماء في الكوبرى أقل من قطاع التربة أو النهر فإن سرعة الماء تزيد وفي هذه الحالة يجب عمل فرش لحماية التربة تحت الكوبرى وخلفه ويختلف عن فرش القناطر بأنه لا يكون معرضا الى قوة رفع وتصمم الفروشات في حالة الكبارى على أنها تقاوم اندفاع المياه بسبب زيادة سرعتها أو تصمم من القانون ٧٠ ر ٧٠ ع إذا كان ع اكبر ارتفاع للماء في الكوبرى

فاذا أمكن جعل قطاع الماء في الكوبرى مساويا لقطاع التربة فلا يوجد

داعى لعمل فرش مطلقا لأن السرعة تكون واحدة امام الكوبرى وداخل الكوبرى ولكن يحتاط للأمر بتكسية القاع بأحجار

البغال

يجب أن تصمم على أن تقاوم كل الاحمال المؤثرة عليها ويجب أن لا يهمل أى حمل الا اذا كان اهماله فى جانب الأمن وللإقتصاد يحسن عمل البغال مسلوكة بحيث تكون قاعدتها أكبر من قمتها لضمان ثباتها وتصمم أساساتها من واقع قوة تحمل التربة ويعتبر العرض العامل للأساس كأنه العرض المحصور ضمن خطين يميلان ١ : ٢ من قاعدة البغلة فاذا كان الأساس مربوطا بشبكة من القضبان الحديدية فيعتبر أن العرض العامل هو سعة فتحة مضافا اليه عرض قاعدة البغلة

الحوائط الساندة والاكتاف

تكون عادة ذات عرض أكبر عند قاعدتها حيث أن الضغط الجانبي الواقع عليها يزيد كلما زاد ارتفاع الجسر المسنود ويصمم الأساس من واقع قوة تحمل التربة أيضا ويكون عرضه هو المحصور بين خطين مائلين ١ : ٢ من قاعدة الحائط ما لم يكن الأساس مسلحا فيحسب بكامل عرضه ويوجد جملة قوانين لحساب عرض البغال والاكتاف والحوائط الساندة وسمك الأساس بنسبة ابعاد فتحات الكبارى أو القنوات وارتفاع الماء بها ولكن يجب تصميم كل حالة حسابيا أو تخطيطيا Graphically مع مراعاة جميع القوى المؤثرة والظروف المحيطة حتى يضمن المهندس سلامة منشأته

الباب التاسع

الرشح من المباني أسبابه وعلاجه

يجب العناية بعمل المباني التي تحت منسوب الماء الجوفي مانعه للماء Water Tight ويمكن ضمان ذلك باختيار مواد البناء من الطوب أو الحجارة بحيث تكون مندمجة الحبيبات وبعمل اللحامات من مونة مانعة للماء بقدر المستطاع وعادة مونة اسمنت ورمل بنسبة ١ : ٢ ثم كحل اللحامات بمونة اسمنت ورمل ١ : ١ أو بأسمنت لباني الخرسانة

أما الخرسانة فيجب أن تكون من الأسمنت والرمل والحصى أو كسر الأحجار المندمجة الحبيبات سواء آجيرية أو رملية أو من الجرانيت أو البازلت أو ما إليها وتكون عادة من نسب ١ : ٢ : ٤

ويجب العناية بصناعة المونة والخرسانة عناية تامة حيث انة على نوع المواد وطريقة خلط المونة وخطط الخرسانة تتوقف درجة استعداد المباني لمنع الماء من التسرب منها الى داخل البناء ولكن الخرسانة لا بد وأن يكون فيها مسام تكون عادة نتيجة التفاعل الكيماوى المسبب لتجمد الخرسانة

ولما كان من الضروري استعمال كمية معينة من الماء لاجداث هذا التفاعل واجداث التجمد الذى ينشأ عنه إلا أن جزءاً من الماء يبقى بعد حدوث التجمد ولما كان لا يصحب تجمد الاسمنت انكماش محسوس فى حجمه وكان الماء الباقي والذى يبلغ نحو ٣٠ ٪ من حجم الخرسانة يتبخر أثناء تجمد الاسمنت فان الماء بعد تبخره يترك فجوات مساوية لحجمه

ومن هنا تنشأ الضرورة الملحة لوقاية الخرسانة والمونة المكونة من الاسمنت والرمل ضد الرشح لجعلها مانعة للماء

طرق الوقاية

- ١ - لوقاية المباني ضد رشح الماء جملة طرق نلخصها فيما يلي
 ١ - جعل سملك الحوائط كبيراً إلا أن هذا يكلف كثيراً
 - ٢ - يياض الأوجه الخارجية أو الداخلية بمونة دسمة من الأسمنت والرمل
 أو الأسمنت والرمل يضاف إليها مواد أخرى أو من مونة مركبة من مواد
 أخرى مانعة للماء واليباض من الخارج أنجع لأن اليباض من الداخل يكون
 عرضة للتلف بتأثير ضغط مياه الرشح
 - ٣ - كحلة مونة دسمة من الأسمنت والرمل أو من الأسمنت والرمل
 ومواد أخرى أو كحلة مونة مركبة من مواد أخرى مانعة للماء
 - ٤ - خلط مواد مختلفة مع الخرسانة
 - ٥ - تغطية أوجه الحوائط بأقشة مقترنة أو مطاط مقطرن وقد توضع
 هذه الأغطية في وسط الحائط وكذا تستعمل ألواح من الرصاص أو من
 المعادن الأخرى التي لا تصدأ
 - ٦ - دهان أوجه الحائط بدهانات مختلفة مانعة للماء
 - ٧ - الحقن بالأسمنت اللباني أو المواد الكيماوية
 - ٨ - صرف المنطقة
- اليياض - يستعمل اليياض من مونة ذات نسب مختلفة من الأسمنت
 البورتلندي والرمل أو منهما مع إضافة مواد أخرى إليها وقد عملت تجارب
 بمصلحة المجارى الرئيسية بالقاهرة عن ذلك يمكن تلخيصها فيما يلي :
- فقد استعملت السيكالخلطها مع مونة الأسمنت والرمل بنسب مختلفة
 والسيكا مادة قلووية تباع على خمسة أنواع رقم ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ ووجد أن
 السيكا رقم ١ رقم ٤ أعطت احسن النتائج للوقاية من الرشح وتكون
 السيكا على شكل سوائل أو شحوم
 واستعمل من السوائل لخلط المونة التريكو سال والانيرتول والالتراتوكس
 والا كوازيت

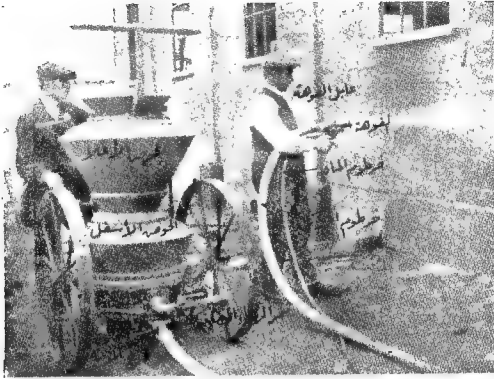
ومن المساحيق — التراس والتوكسمنت تخطط مع المونة
ومن الأملح — السايكوفلوريد كما استعملت مواد أخرى ووجد أن
أحسن النتائج أعطيت بالتوكسمنت إذا خلط مع الاسمنت بنسبة ٠.٣/
وقد استعمل في جهات أخرى بعض أنواع مختلفة من الشحوم
Fat & Tallow كانت تخطط مع الجير ومونة الاسمنت والرمل كما انه استعمل
بعض أنواع الصوابين كانت تخطط مع مونة الاسمنت ولكن وجد أن هذه
المواد تذيب بفعل الماء

واستعمل كمونة أيضا أنواع أخرى من الاسمنت كالفلوندى واليورامنت
تخطط بالرمل وقد استعملت في تجارب مصلحة المجارى واعطت نتائج مفيدة
البياض بالقذف من مدفع Gunnite ومن احدث الطرق لضمان منع
الرشح من الخرسانة أو المباني هو بياض الاسطح بقذف مونة الاسمنت
والرمل بالهواء المضغوط Gunnite

فضغط مونة مخلوطة خلطا جافا بنسبة ٣:١ اسمنت لى رمل داخل خرطوم
يتصل بخزان الهواء المضغوط عن طريق المدفع
وتضغط المياه داخل خرطوم آخر يتصل أيضا بخزان الهواء المضغوط
ويتصل الخرطومان عند نهايتهما بمشترك تتحد فيه المونة الجافة والماء ومنه
تخرج المونة مخلوطة بالماء تحت تأثير ضغط الهواء بقوة كافية لأن تملأ مسام
الخرسانة وتكون طبقة من البياض فوق سطحها تكون مانعة للماء
ويستعمل ضغط الهواء عادة بمقدار خمسة اجواء وقد استعملت هذه
الطريقة في بياض سطح البطانة الداخلى لنفق الاحيوة وفيما يلى شرح
لآلة المدفع

مدفع المونة Cement Gun

هو جهاز مركب من حوضين موضوعين فوق بعضهما ويفصلهما عن
بعضهما غطاء يشغل بواسطة مقبض كما هو مبين بالشكل ١٦٧
فوضع المونة المخلوطة خلطا جافا من فتحة الحوض الاعلا ثم يفتح الغطاء

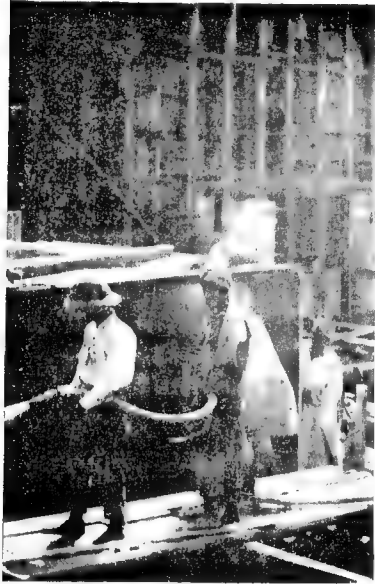


شكل ١٦٧

الذى يفصل الحوضين ويسمح للمونة بالدخول الى الحوض الاسفل ثم يقلل الغطاء ويفتح يمر الهواء المضغوط الى الحوض الاسفل عند دخول الهواء المضغوط تدار مروحة موجودة بداخل الحوض لتقليب المونة والمحافظة على بقائها مخلوطة اثناء طردها بفعل الهواء المضغوط من مخرج خاص للمونة والتي بعد خروجها من الحوض الاسفل تمر في خرطوم يتصل عند نهايته بمشترك ذى فوهة مع خرطوم آخر ينقل الماء من مصدر مستقل تحت تأثير الهواء المضغوط أيضا فتخرج المونة بعد خلطها بالماء وتقذف الى مسافات بعيدة بقوة ضغط الهواء

ويشغل هذا الجهاز عاملان أحدهما ويسمى عامل الفوهة Nozzle Man وهو الذى يمسك الفوهة ويوجهها الى السطح المرغوب قذف المونة عليه لياضه وعلى هذا العامل أن يضبط مقدار الماء اللازم للمونة والعامل الآخر ويسمى عامل المدفع Gun Operator لتشغيل المدفع نفسه

والشكل ١٦٨ يبين عامل النومة وهو يقوم ببيض سطح حائط



شكل ١٦٨

ملحوظات هامة يجب مراعاتها أثناء عملية قذف المونة

- ١ — يجب أن تكون كمية الهواء المستعملة كافية وكذا ضغط الهواء ويستعمل الهواء عادة بضغط مقداره من ٣٥ الى ٥٠ رطل على البوصة المربعة
- ٢ — يجب أن يكون الهواء المستعمل جافا تماما ويحسن استعمال مجفف (Dryer) خاص لذلك لأنه باستعمال هواء مبلل يكون من المحتمل دائما أن يسد الخرطوم كلياً أو جزئياً بسبب التصاق المونة المبللة بجوانبه فاذا حصل سد من هذا القبيل يجب معرفة موضعه وإزالته

٣ — يجب تنظيف جهاز مدفع المونة كل ليلة أو في فترات الراحة وإلا فإن الاسمنت الذى يتخلف فى جهاز المدفع يشك

٤ — يجب على عامل الفوهة أن يحركها باستمرار على السطح كله حتى تتوزع المونة بانتظام وينشأ عن ذلك يياض دو سمك واحد وعلى طبقات رقيقة

٥ — ويجب أن يجعل اتجاه الفوهة عموديا على السطح بقدر المستطاع وأن تكون الفوهة على بعد نحو ٩٠ سم من السطح

٦ — ووجد أن أحسن النتائج تحرز بخرطوم من طول ١٧ م الى ٥٠ م وأن خرطوما طوله نحو ١٤٠ مترا مع رفع المونة المقذوفة الى علو نحو ٢٥ مترا قد أعطى نتائج حسنة وفى هذه الحالة استعمل ضغط هواء مقداره (٧٥) رطل عند المدفع

٧ — إذا احتيج لعمل طبقة سميكة من المونة المقذوفة فيصير تسليحها بشبكة حديدية (Steel Mesh)

مواصفات للمونة المقذوفة

١ — المونة المقذوفة عبارة عن مونة تخلط من الرمل والاسمنت خلطا جافا جيدا بالنسب التى تناسب حالة العمل وتقذف بواسطة مدفع المونة بالهواء المضغوط

٢ — ويجب أن يستعمل اسمنت بورتلندى من نوع معتد

٣ — أما الرمال فيجب أن تكون نظيفة ومحددة وخالية بقدر المستطاع من الطين والطين والطين الرمل وأن يكون الرمل مدرجا فى أحجامه وأن يحوى الرطوبة العادية التى بالرمال التى تبلغ نحو ٣٪ ويجب أن يهرز الرمل قبل وضعه فى المدفع وأن يستبعد كل ما زاد فى الحجم عن ١ سم

٣ — يجب أن لا يكون ضغط الهواء فى المدفع أقل من ٣٠ رطل على البوصة المربعة

٤ — يجب أن يكون الماء المستعمل للاتحاد مع المونة الجافة عند الفوهة نظيفاً وغاليا من كل المواد التى قد تؤثر على شك الاسمنت أو قوته ويجب

أن يكون تحت ضغط ٦٠ رطل على البوصة المربعة باستمرار أو تحت ضغط أكبر بمقدار ١٥٪ من ضغط الهواء المستعمل للبدف

٥ — يجب أن يكون اتجاه القذف عمودياً على السطح بقدر المستطاع

٦ — يجب أن تبل الموتة على السطح الذي قذفت عليه لمدة أربعة أيام على الأقل

الكحلة — كل ما استعمل في البياض يستعمل في الكحلة أيضاً واستعمل في مصلحة المجارى الرئيسية مخلوط من الزفت والقار والقطران بنسب ٦٠٪ إلى ٣٥٪ إلى ٥٪ ولكن وجد أنها لا تماسك مع مواد البناء بالرغم من قفطتها قلفظة محكمة وإن ماء الرش قد أثر عليها وطردها خارج اللحامات

خلط الخرسانة

وكل المواد التي استعملت في الموتة استعملت أيضاً في عمل الخرسانة نفسها ولكن وجد أن كل ما يضاف إلى الخرسانة خلاف الاسمنت والرمل والماء يضعف من قوة تحملها

وقد استعمل في خلط الخرسانة أيضاً قليل من الطمي على اعتبار أنه يملأ الفجوات نظراً لنعومة ذراته ولكن وجد أنه يضعف من قوة الخرسانة كما استعمل أيضاً في خلط الخرسانة الجير المائي ولكن تفضله زيادة نسبة الاسمنت لأن وجود الجير بنسبة أكثر من اللازم يضعف الخرسانة

وقد تضاف بعض المواد لالغرض ملء المسام ولكن للاتحاد مع الاملاح التي بالخرسانة واحداث تفاعل كيميائي يتولد عنه مركبات غير قابلة للذوبان في الماء .

تغطية أوجه الحوائط بالأقشة — تستعمل الأقشة المشبعة بالزفت أو المطاط المشبع بالزفت أو الاسفلت واطمان منع الماء يستعمل من ثلاثة إلى خمسة طبقات من هذه الأقشة أو من المطاط

ويكون استعمالها إما على السطح الداخلي أو الخارجي أو في وسط الحائط كما يستعمل أيضاً الواح من الرصاص أو النحاس أو المعادن الأخرى التي

لا تصدأ ويجب العناية بتثبيت الاقشة او المطاط على السطح ولهذه الطريقة فوائد جمة فباستعمالها تغطي جميع الفجوات التي قد تنشأ عن رداءة صناعة البناء كما انها تغطي المسام التي توجد عادة بالخرسانة وفضلا عن ذلك فأن خاصية المرونة التي بالاقشة والمطاط تمنع حدوث فواصل بها عند ما يحدث بالخرسانة شروخ صغيرة وبذلك تصبح كوقاية لهذه الشروخ وتمنع رشح الماء منها وكذا في حالة الشروخ التي تحدث بالموتة او بالمباني اما اذا كانت الشروخ كبيرة فأن هذه الطريقة تصبح فاشلة لان نفس القماش او المطاط يحدث به شروخ

وتوضع الاقشة او المطاط على الارضية والحوائط اثناء البناء ولكن وجود هذه الاقشة المقطرة او المطاط على الارضية بين الاساس والحايط قد يقلل من تماسك الحائط مع الاساس ويجعل الحائط عرضة للانزلاق وعليه يجب الاحتياط لذلك بتعشيق الحائط بالاساس وملاحظة ان يكون ثقل الحائط كافيا لمقاومة الانزلاق

الدهان

الدهان — من المواد المستعملة لدهان المباني الافرسيل وهو مادة يتومينية ويستعمل لدهان الخرسانة سليكات السوداوسليكات المجنيزيا وتأثيرها يكون باتحادها مع الجير الموجود بالخرسانة لعمل بطانة غير قابلة للذوبان وهذه المواد تنجح الا ان عمرها قصير وتحتاج لصيانة وتجديد من آن لآخر وقد استعمل بنجاح مخلوط الانابوليس (Anapolis Mix) وهو مخلوط من الاسمنت البورتلندي والفحم والقار والكريوسين وكان استعماله على الاسطح الخارجية للحوائط

وقد جرب زيت الپرافين في حالة سائل يقذفه تحت ضغط للماء جميع المسام ثم عملت ظاهرة منه وهذه يجب أن تجدد من آن لآخر وفي كل حالات الدهان يجب تخشين الوجه وازالة المباني التالفة والاستعاضة عنها بأخرى في حالة جيدة

الحقن

الحقن — يستعمل الحقن بالمواد الكيميائية المضغوطة داخل مواسير تترك في البناء لغرض ملء الفجوات وجعلها كتلة واحدة

ويكون الحقن بواسطة سائلين في حوضين منفصلين ٢٩٠١ وكل حوض مجهز بمكبس لضغط السائل وبخراطوم لخروج السائل من الحوض والخراطومين يتحدان عند نهايتهما بمشترك ويوضع هذا المشترك داخل الماسورة الموضوعة في البناء فعند اتحاد السائلين يحدث تفاعل كيميائي ينشأ عنه تجمد السائلين بين مسام البناء والشكل ١٦٩ يبين هذه الاجهزة

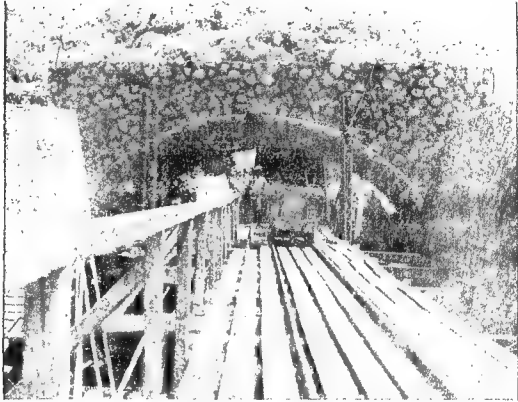


السائل (١) السائل (٢) شكل ١٦٩

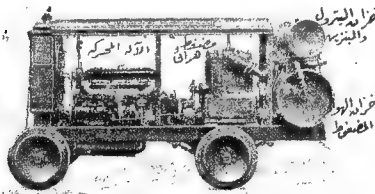
كما انه يستعمل الحقن بالاسمنت اللباني الصافي المضغوط بواسطة طلببات كابسة او بواسطة خزان يملأ بالاسمنت اللباني ويسلط عليه الهواء المضغوط

وقد استعملت هذه الطريقة في نفق الاحايوة الملى فجوات البناء الذي عمل بالدقشوم والمونة بين أعلا عقد البطانة و سطح التل فتركت مواسير داخل العقد وبعد بناء الدقشوم الذي فوق العقد استعمل الحقن باللباني تحت تأثير

الهواء المضغوط والشكل ١٧٠ يبين نفق الاحايوة والبناء بالدقشوم الذى فوق
العقد والذى حقت بالاسمنت اللباني



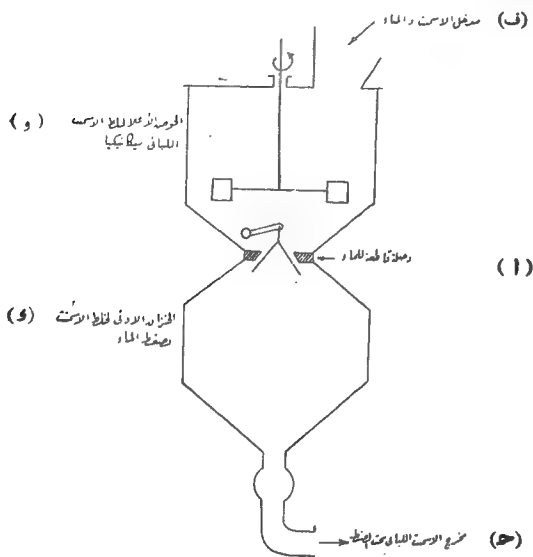
شكل ١٧٠
المضاغط الهوائية - تكون اما متقلة أو ثابتة والشكل ١٧١ يبين مضغطا
هوائيا متقلا



شكل ١٧١
وهو عبارة عن عربة تحمل آلة محرك من نوع الات السيارات ومضغط
هوائى والعربة مجهزة بخزانين أحدهما مقسم الى قسمين للبنترول والبنزين
والثانى للهواء المضغوط

الحقن بالجهاز ذى الحوضين

ويعمل الحقن أيضا بواسطة جهاز الحقن ذى الحوضين والمبين فى الشكل ١٧٢ والصورة فوتوغرافية ١٧٣ فىوضع الأسمنت والماء داخل الفتحة العليا (ف) ويخلط ميكانيكيا فى الحوض الاعلا (و)



شكل ١٧٠

ثم يفتح البلف (ا) القاطع للماء فتندفع المونة اللباني الى الحوض (د) حيث يسلط الهواء المضغوط من البلف (ب) فتندفع المونة الى المخرج (ح) حيث تكون صالحة للاستعمال بعد خلطها ميكانيكيا وبواسطة الهواء المضغوط وطريقة الحقن بالاسمنت اللباني ناجعة وتجعل قوة الخرسانة اكبر

صرف المنطقة — ولتقليل تأثير فعل مياه الرش أو منعه يحسن عند التأسيس في منطقة مشبعة بالماء عمل مصارف من الفخار الحجري وعدم لحام وصلاتها لصرف المياه بعيدا عن موقع العمل



شكل ١٧٣

طرق الوقاية المركبة

نسوق على سبيل المثال ماعمل في التعلية الثانية لخزان اسوان فانه لما كان من الضروري أن يراعى في التعلية الثانية لسد اسوان ما قد ينشأ عن اختلاف درجات الحرارة من احداث شروخ في مباني التعلية فقد قسمت التعلية الى كتل طول كل منها سبعة أمتار وصار فصل كل كتلة عن الاخرى بفواصل للتمدد وبهذا التقسيم يكون هناك متسع للتمدد والتقلص في جسم البناء دون حدوث شروخ به .

التعليم الثاني لولاية السودان



شكل ١٧٦

ولمنع تسرب المياه من فواصل التمدد صار تجهيز كل فاصل بلحام من الأسفلت (Asphalt Key) وذلك بأن وضعت فرم من الخشب على شكل لحام الأسفلت في مباني التعلية كما هو مبين بالرسم رقم ١٧٤ و ١٧٥ وبعد اتمام هذه المباني كانت تزال فرم الخشب هذه ويملاً محلها بالأسفلت الذى كان يصهر بتمرير بخار الماء داخل أنابيب قطر نصف بوصة كانت توضع بفواصل التمدد . والطريقة التى اتبعت فى البناء هى انه لم يبدأ بالبناء بالتعلية فى طول الخزان دفعة واحدة بل بدىء العمل فى بعض الكتل وترك البعض الآخر بحيث أن الكتل التى بدىء فيها كانت محاطة بفراغ فى مكان الكتلتين المجاورتين كما هو مبين بالصورة الفوتوغرافية رقم ١٧٦ وبعد أن تمت الكتل التى بدىء فى بنائها صار البدىء فى الكتل الباقية مع ترك فواصل التمدد ووضع ألواح من القماش المقطرن فيها بين الكتل فى كل عرض الخزان ماعدا الجزء الامامى بطول ١٣ سم فانه صار ملئه برصاص شعر قلفط جيداً كما هو مبين بالرسم ووضع بين ألواح القماش المقطرن والرصاص الشعر جبل قلفاط من التيل ويلاحظ انه صار ثنى الألواح القماش عند نهايتها الامامية ووجود الألواح القماش يساعد على حجز الأسفلت من الانبثاق بتأثير الجاذبية والعوامل الجرية وعلى أى حال فأن الأسفلت يحتاج الى صيانة كلما دعت الحالة

الباب العاشر

الخوازيق

تستعمل الخوازيق في التربة التي لاتصلح لانشاء أساسات منشرة عليها كما هو الحال في التربة الرخوة التي قوة تحملها صغيرة لاتقوى معها على مقاومة الجهود الناشئة من الاحمال الواقعة عليها

وتستعمل الخوازيق التي تدق في التربة للاغراض الآتية

١ — خوازيق قصيرة تدق في التربة الرخوة لغرض ادماجها وضغطها لزيادة قوة تحملها

٢ — خوازيق تدق الى طبقة صخرية صماء أو طبقة ذات قوة تحمل كبيرة لنقل الحمل اليها

٣ — خوازيق تدق الى أعماق كبيرة وليس من الضروري الوصول الى طبقة صخرية صماء أو الى طبقة ذات قوة تحمل كبيرة وهذا النوع من الخوازيق يحمل ما فوقه من الاحمال بمقاومة الاحتكاك الجانبي الذي بين جسم الخازوق والتربة المحيطة ويتوقف مقدار الاحتكاك على قطاع الخازوق والطول المدفون منه في التربة.

وليس مقدار الاحتكاك وحده هو الذي يحدد مقدار الحمل الذي يحمله الخازوق بل يجب أن لا يزيد الحمل عن المقدار الذي يولد جهودا لا تقوى المادة المصنوع منها الخازوق على تحملها وتعمل هذه الخوازيق عادة من قطاع ٦ × ٦

وفي حالة ما يخترق الخازوق طبقات رخوة الى أن يصل الى طبقة صلبة أو صخرية صماء فإن مساعدة الاحتكاك في مقاومة الحمل تكون ضئيلة نسبيا ويصمم الخازوق على اعتبار انه عامود يحمل بما عليه من الضغوط وإذا يكون قطاع الخازوق اكبر مما لو كان معتمدا على مقاومة الاحتكاك فقط وقد يصل قطاع الخازوق الى ١٠ × ١٠ وفي كلتا الحالتين تسمى الخوازيق بالخوازيق الحاملة

(Bearing Piles) وهو اسم يطلق على كل خازوق يحمل ما فوقه سواء بمقاومة الاحتكاك فقط أو بمقاومة الاحتكاك وتسخير التربة الصلبة التي يرتكز عليها

وتعمل الخوازيق عادة من الخشب أو من الخرسانة العادية أو الخرسانة المسلحة أو من الحديد المشغول أو الصلب أو الرمال وفي بعض الاحيان تكون الخوازيق من مادتين معا كالخوازيق الخرسانية المغلفة بغلاف من الصلب وخوازيق الرمال توضع في ثقوب تعمل في التربة بدكها بواسطة آلات خاصة ثم تملأ هذه الثقوب بالرمل الحرشة النظيفة والغرض منها ادماج التربة وزيادة قوة تحملها

طريقة دق الخوازيق

تدق الخوازيق بوجه عام داخل التربة اما بمطرقة تشغل باليد أو بالخليل أو بآلة بخارية فترفع المطرقة الى أعلا ثم تترك لتسقط بالجاذبية وهذا النوع من المطارق يسمى مطارق السقطة (Drop Hammers)

وتستعمل مطارق تشغل بالبخار تكون مجهزة باسطوانة ومكبس (Cylinder & Piston) وهذه المطارق على نوعين نوع يرفع الى أعلا بضغط البخار ثم يسقط بالجاذبية ويسمى مطارق البخار المفرد الاثر (Single Acting Steam Hammers) ونوع يرفع الى أعلا بضغط البخار ثم يساعد البخار أيضا في انزال المطرقة ويسمى مطارق البخار المزدوج الاثر (Double Acting Steam Hammers)

الخوازيق المصنوعة من الخشب

يجب أن يكون الخازوق من خشب سليم خال من العقد بقدر المستطاع ذا قطاع وطول ملائمين للغرض الذي يستعمل له ونظرا لصعوبة الحصول على خوازيق خشبية تامة الاستقامة فقد يسمح بانحراف بسيط مقداره (١/٨) من طول الخازوق ولما كانت الاخشاب عادة مسلوكة كما هي في حالتها الطبيعية فإن الخازوق يدق عادة بقطاعه الاكبر عند الرأس وقطاعه الاصغر

عند القدم ولكن في بعض الحالات يدق بتطاعه الا كبر عند القدم أما قشور الخشب فإن كانت متماسكة جيداً مع جسم الشجرة وبحالة جيدة فيحسن عدم ازالتها لان بقاءها ما يساعد على زيادة قوة تحمل الخازوق فضلاً عن أنها تكون وقاية للخازوق نفسه من العوامل الجوية ان كان سيعرض لها جزء من الخازوق

أما اذا كانت القشور بحالة تلف وليست متماسكة جيداً مع جسم الشجرة فيحسن ازالتها لانها تنفصل عن الخازوق اثناء الدق

وفي بعض الحالات التي دقت فيها الخوازيق بقشورها ثم ازيلت هذه الخوازيق بعد ثلاثين سنة اتضح أنه نظراً لكبر مقدار الاحتكاك بين القشور والتربة لم تنزع القشور مع جسم الخازوق بل بقيت مدفونة في التربة وأزيل الخازوق عارياً عنها

وفي حالات كثيرة يعمل الخازوق في كامل طوله بقطاع منتظم ذي سطح واحد وأبعاد واحدة ويكون مربع الشكل أو مستديراً ويختلف طول الخازوق تبعاً لنوع التربة التي يدق فيها وللأحمال التي عليه

وتوضع الخوازيق في المسقط الأفقي على طريقتين فأما أن توضع على صفوف بحيث تكون المسافات التي بين الصفوف متساوية وكذا المسافات التي بين الخوازيق المكونة لصف واحد بحيث أنه اذا وصلت محاور أربعة خوازيق متجاورة فإنه يتكون عنها مربعاً

وأما أن تكون على صفوف بحيث تكون المسافات التي بين الصفوف متساوية وبحيث تكون الخوازيق التي في أحد الصفوف واقعة في الفراغ الذي بين الخوازيق المكونة للصفين المجاورين لهذا الصف وبذلك يكون كل صفين متجاورين غير متماثلين

عملية انزال الخوازيق Pile Driving

تدق الخوازيق كما سبق ان بينا أما بواسطة مطارق السقطة وأما بواسطة مطارق البخار

ففي مطارق البخار المفرد الاثر ترفع المطرقة مسافة قصيرة بواسطة ضغط

البخار ثم تسقط بالجاذبية وبذلك يزداد عدد ضربات المطرقة كثيرا
وفي مطارق البخار المزودج الاثر يضغط البخار أيضا على المطرقة أثناء
سقوطها بالجاذبية

وأحدث الطرق لانزال الخوازيق عند ما تسمح طبيعة التربة باستعمالها هي
انزال الخازوق باستعمال النافورة المائية (Water Jet) وقد تستعمل
النافورة المائية وحدها في انزال الخازوق ثم يدق عليه عددا قليل من الدقات
بواسطة المطرقة لتثبيت قدمه في التربة كما أنه قد تستعمل النافورة المائية أثناء
الدق على الخازوق للمساعدة في انزاله فقط كما أنه تستعمل النافورة المائية
وتوضع المطرقة فوق رأس الخازوق كحمل ثابت للمساعدة في انزاله

والنافورة المائية تنقل ماء دافقا من مضخة (Force Pump) الى التربة
تحت قدم الخازوق وحوله فتكسحها الى أعلا وفي الوقت نفسه تقلل مقدار
الاحتكاك بين جسم الخازوق والتربة المحيطة فينتج عن ذلك سرعة انزال
الخازوق اذ يسقط في الفراغ الذي تحدته النافورة تحت قدمه فيحتله ويحصل
ذلك بسهولة نظرا لصغر مقدار الاحتكاك حول الخازوق بفعل النافورة
ويساعد في ذلك ثقل الخازوق نفسه وثقل المطرقة ان كانت موضوعة فوق
رأسه أو ضرباتها

نظرية دق الخوازيق

لتقريب ما يحدث أثناء دق الخوازيق الى الافهام سنشرح فيما يلي باسهاب
كاف عملية دق خازوق من الخشب في وضع رأسى بواسطة مطرقة تشغل باليد
يبدأ برفع الخازوق بواسطة الآلة الرافعة (ونش) المجهزة به آلة الدق
(Pile Driver) ويوضع الخازوق بين الدليلين الرأسيين في آلة الدق
(Leads) ليتخذ وضعاً رأسياً وليكون في مسار المطرقة وذلك لأن
المطرقة تتحرك بين الدليلين ثم ينزل الخازوق الى ان يرتكز قدمه على
سطح الارض ثم تسقط المطرقة على رأس الخازوق ثم ترفع وتسقط ثانية وهكذا
الى أن يصل قدم الخازوق الى المنسوب المراد دقه اليه واثنا سقوط المطرقة

تزداد سرعتها بالعجلة Acceleration التي تكسبها أثناء سقوطها الى اللحظة التي يهبط فيها الخازوق والمندالة مع جسم من التربة التي تحت قدم الخازوق والمحيطه به وعندما تضرب المطرقة رأس الخازوق تحدث ضغطا على الخازوق يزداد من لاشيء الى المقدار الذي يبدأ عنده الخازوق والمطرقة بالهبوط معا ويستمر هذا الضغط الى أن يقف هبوطهما وتكون سرعتهما اذ ذاك صفرا وذلك بسبب مقاومة التربة لاختراق الخازوق والشغل (Work) الذي يحدث من سقوط المطرقة يستهلك جزء منه في مكافحة الاحتكاك وفي الضغط على كل من الخازوق والمطرقة وفي محاولة اتلاف رأس الخازوق وتوليد حرارة فيها والجزء الباقي من الشغل هو ما يسبب اختراق الخازوق للتربة ووجد من نتيجة تجارب عملت باجهزه خاصة لمقاس مقدار هبوط الخازوق والوقت الذي يستغرقه في هذا الهبوط وسرعة المطرقة عند ما تضرب رأس الخازوق والسرعة التي يهبط بها الخازوق ومقدار الضغط الحادث على رأس الخازوق من كل ضربة أن مقدار الاختراق يختلف تبعا لمربع الوقت وان مقدار القوة المؤثرة على الخازوق يبقى ثابتا من ابتداء هبوط الخازوق والمندالة معا الى أن يقف هبوطهما ومن ذلك يتضح أن المطرقة والخازوق يكونان متصلين طول مدة هبوطهما

ومن نتائج اختبارات أخرى علمت على خوازيق ليست محددة الاقدام وفي أنواع مختلفة من التربة وجد انه يتكون جسم من التربة تحت قدم الخازوق على شكل مخروط يدفع تحتها ويهبط معها بينما تظهر اسطح منحنية في التربة بسبب دفعها جانبيا وانضغاطها بواسطة جسم الخازوق ومدى هبوط الخازوق أو اختراقه للتربة يتوقف على مقدار قابلية التربة للانضغاط

ووجد أنه غالبا ما يرتد جزء من التربة المحيطة بسبب انضغاطها بفعل الخازوق وهذا يدل على أن قوة تحمل الخازوق تتوقف على مقاومة التربة التي يخترقها

وفي اكثر الحالات تزداد مقاومة التربة كلما ازداد العمق وتكون مقادير

زيادة مقاومة التربة مختلفة في المقدار تبعاً لأنواع طبقات التربة وعلى ذلك فقوة تحمل الخازوق تتوقف على العمق الذي ينزله جسم الخازوق في التربة وفي حالة ما يعتمد الخازوق على المقاومة بالاحتكاك فقط فإن الجهود تنقل بواسطة الخازوق إلى طبقة عميقة من التربة على شكل يشبه المخروط (Conoid) ويمر بالطبقات التي تعلوها

أما في حالة ما يندق الخازوق إلى طبقة صلبة أو صخرية صماء فإنه يسخر تلك الطبقة في حمل الأحمال الواقعة عليه ويكون أكبر جزء من الأحمال واقع عليها

وفي الحالتين السابق ذكرهما يكون للخازوق التأثيرين معا فهو ينقل الجهود إلى التربة التي تحته فتقاوم جزءاً من الأحمال يختلف مقداره تبعاً لقوة تحملها بينما يقاوم الجزء الآخر بالاحتكاك الناشئ بين جسم الخازوق والتربة المحيطة

ازدياد قوة تحمل التربة تبعاً للعمق

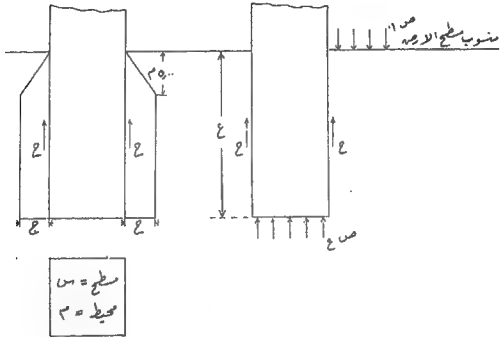
إن قوة تحمل أي تربة تزداد كلما زاد العمق فإذا كانت قوة تحمل التربة عند سطح الأرض أو عند منسوب أساسي (Datum Line) هي C_1 وعلى عمق C متر هي C_2 وهذه تساوي $C_1 +$ القوة التي اكتسبتها وتعزى القوة التي تكتسبها التربة والتي تزيد في مقاومتها إلى سببين الأول انضغاطها بالتربة التي فوقها والثاني الاحتكاك حول جوانب الأساس فإذا فرضنا المقدار C_2 هو الإضافة إلى قوة تحمل التربة بسبب انضغاطها بالتربة التي تعلوها فإن $C_2 = C_1 + C$ إذا كان C الثقل النوعي للتربة التي تعلو الطبقة موضوع البحث أو بعبارة أخرى مساو لثقل التربة بما فيها من ماء في العمق C على وحدة السطوح

وكان المقدار C_2 هو الإضافة بسبب الاحتكاك

فإن $C_2 = C_1 + C_2 + C$

فإذا كانت قوة تحمل التربة عند سطح الأرض أو عند المنسوب الأساسي هي C_1 على وحدة السطوح فإن قوة تحملها على عمق C تكون $(C_1 + C_2 + C)$ على وحدة السطوح

أما الاحتكاك الجانبي فنأشئ عن ضغط التربة Earth Pressure حول جسم الأساس وقد ينسب إلى الذهن أنه يزداد كلما زاد العمق إلا أن الاختبارات دلت على أنه يزداد تبعاً للعمق لغاية عمق ٥ متر فقط ثم يكون ثابتاً في المقدار انظر الشكل ١٧٧



شكل ١٧٧

فاذا فرضنا أن C هي مقدار أقصى احتكاك على وحدة السطوح وهي التي تحرزها التربة على عمق ٥ متر من سطح الأرض وكان M == محيط الأساس داخل التربة
 S == مسطح قطاع الخازوق
 فان مقدار الاحتكاك على جوانب الأساس

$$C \cdot M = 2 \cdot (5 - C) \cdot C + 2 \cdot 0.2 \times \frac{1}{2}$$

$$= 0.2 \cdot C \cdot (20 - 4)$$

فاذا قيست قوة الاحتكاك هذه بنسبة وحدة السطوح فان

$$\frac{C \cdot M}{S} = \frac{0.2 \cdot C \cdot (20 - 4)}{S}$$

وهذا المقدار يقلل الحمل المنقول الى الطبقة المسخرة وبذلك يزيد في قوة تحمل التربة

$$\text{ص} = \text{ص} + \text{ص} + \text{ص} + \frac{\text{ع} \cdot \text{ع} (٢٠٥ - \text{ع})}{\text{س}}$$

ولا تستعمل الاضافة الخاصة بالاحتكاك إلا في الحالات التي تكون فيها التربة رخوة ونزاعة الى الحركة والهبوط أما اذا كان الخازوق يرتكز على طبقة صخرية صماء مثلاً فلا يحسب أن الاحتكاك يضيف شيئاً الى قوة تحمل التربة

والعمق الذي يجب ادخاله ضمن حساب قوة تحمل التربة على عمق ما يكون أقل من هذا العمق من سطح الأرض نظراً لتعرض سطح الأرض لعوامل كثيرة كالعوامل الجوية وعوامل الماء فقد يحدث نحرّاً بها ويستعمل نفس القانون لمعرفة أصغر عمق توضع عليه الأساسات التي تكون على أعماق أكبر من ٥ أمتار

وباستعمال هذا القانون يهمل ثقل الخازوق نفسه ولكن يعوض ذلك أن ص = التي هي مجموع (ص + ع + ع) وعبرة عن قوة تحمل التربة عند قدم الخازوق تعتبر كأنها قوة تحمل الخازوق عند رأسه

$$\text{ص} = \text{ص} \times \text{س} + \text{ع} \cdot \text{ع} (٢٠٥ - \text{ع})$$

واستعمال هذا القانون يستدعي معرفة المقدار (ع) ويمكن الوصول الى معرفته بكشف التربة بواسطة حفر الاختبار أو بواسطة تجارب التحميل على خوازيق الاختبار ومتى أمكن معرفة المقدار ع

فانه يمكن استخراج ع من القانون السابق اذا كان مقدار ص الحمل الواقع على الخازوق معروفاً وإلا فتستعمل قوانين أخرى سيرد شرحها فيما بعد وفيما يلي كشف يبين أنواع التربة المختلفة ومقادير الاحتكاك بينها وبين أنواع المواد الأخرى من نتائج تجارب

نوع التربة	مادة الاساس	ح طن / م ^٢
الرمل والحصى	خشب خشن	٣٠٠
	حديد زهر	١٥٠
	الواح حديدية فيها برشام	٢٥٠
	مباني بالدبش	٣٠٠
	خرسانة غير مبيضة (خشنة)	٢٥٠
	خرسانة مبيضة (ناعمة)	١٥٠
الطين والطين المخروط	خشب خشن	٢٠٠
	حديد زهر	١٢٠
	الواح حديدية فيها برشام	١٥٠
	مباني بالدبش	٢٥٠
	خرسانة غير مبيضة (خشنة)	١٥٠
	خرسانة ناعمة	١٢٠
طمي	خرسانة خشنة	من ١٠٠ الى ١٥٠

قوانين أخرى لحساب قوة تحمل الخوازيق

القوانين الأخرى التي تستعمل لحساب قوة تحمل الخوازيق المقاومة بالاحتكاك مبنية كلها على المشاهدات والبيانات التي يحصل عليها المهندس أثناء دق خوازيق الاختبار وسنورد هنا قوانين قوة تحمل الخوازيق بالمعيار الانجليزي القدم والرطل حيث انها تستعمل للخوازيق الخرسانية والخشبية وحيث أن ابعاد الخشب في السوق هي بالقدم فتسهل للمهندس ولا مكان حصوله على ابعاد الخوازيق دون كبير عناء سنستعمل المعيار الانجليزي

British Standard

وسنشرح فيما يلي النظريات التي بنيت عليها هذه القوانين والنقص الذي فيها مما يؤدي دائماً الى حدوث اختلافات كبيرة بين النتائج التي يحصل عليها المهندس في تصميم الخوازيق بقانونين أو أكثر من هذه القوانين

قانون جودريخ — قد توصل جودريخ بعد دراسة عميقة ومشاهدات واختبارات حجة لوضع القانون الآتي اذا كانت

$$x = \text{مسافة الاختراق لدقة واحدة من المطرقة}$$

$$l = \text{انكماش طول الخازوق بسبب الضغط المولد فيه والناتج من ضربات المطرقة}$$

$$u = \text{ثقل المطرقة}$$

$$e = \text{مقدار السقطة للمطرقة (مطرقة السقطة)}$$

$$\frac{u}{u + 1.25 + 1.25} = d$$

$$u = \text{ثقل الخازوق}$$

$$u = \text{ثقل التربة التي تحت قدم الخازوق والتي تتحرك معه}$$

$$\frac{u}{s} = m$$

$$s = \text{الشغل الذي يستهلك في اتلاف رأس الخازوق ورفع درجة حرارته}$$

$$s = \text{مجموع الشغل الحادث من سقوط المطرقة يستنزله منه ما يفقد قبل ضرب المطرقة لرأس الخازوق}$$

$$t = \text{ثابت مقداره (١.١٥) وذلك لان سرعة المطرقة المقيدة أثناء سقوطها تستخرج من القانون}$$

$$s = 1.15 \text{ و } 2 \text{ اذا كانت}$$

$$u = \text{الجازية بدلا من}$$

$$s = 2 \text{ و } 2 \text{ في حالة السقطة الحرة (Free) أى التي تكون}$$

$$\text{المطرقة فيها غير مربوطة فبا اعتبار}$$

$$s = \text{قوة تحمل خازوق من الخشب معرض لضربات مطرقة سقطة مقيدة فقانون جودريخ هو}$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{l} + \frac{x}{l}} - (2 - d)(e + 1.15 + 1.25x) \quad (2-5)$$

وقد وجد من جملة اختبارات أن م لا تزيد عن ٥ ٪ إلا نادرا وغالبا تكون حوالى ٢ ٪ للخوازيق السليمة والتي تدق بحالة ملائمة ولكن وجد أن هذا القانون لا يمكن استعماله إلا بقيود صعبة يجب ان تراعى أثناء دق الخازوق. والا فإن النتيجة تكون خاطئة نحو ٥٠ ٪.

وتتلخص الشروط التي يجب توفرها لاستعمال هذا القانون في انه يجب أن يكون الخازوق سليما وأن يدق بحالة ملائمة وان يكون وزنه أصغر قليلا من وزن المطرقة وان يكون مقدار السقطة لا يقل كثيرا عن ١٥ قدم وأن يتسبب عنها اختراق عند درجة الامتناع مقدار حوالى بوصة واحدة لضربة واحدة من المطرقة

وهذه القيود اضطرته لادخال بعض تعديلات والاستعاضة بارقام لبعض الرموز فأصبح القانون

$$ص = \frac{ع \cdot ١٠}{٣}$$

وفى ع = بالقدم = مقدار السقطة المقيدة بمجل الآلة الرافعة
ص = بالرطل = أقصى مقدار لتحمل الخازوق بعد دقه مباشرة
ع = بالرطل = ثقل مطرقة السقطة
خ = بالبوصة = مقدار الاختراق النهائي لكل ضربة من ضربات المطرقة وجود ريخ أوصى باستعمال سقطة مقدارها ١٥ قدم عند عمل تجارب لمعرفة قوة تحمل الخوازيق لاسباب الخسها فيما يلى
١ — الارتفاع ١٥ قدم للسقطة يتسبب عنه اختراق محسوس بكل أنواع مطارق السقطة ما عدا الخفيفة جداً أو فى حالة ما يكون الدق فى تربة عاصية

٢ — ان مقدار الاختراق لا يكون كبيرا الا فى حالات استعمال مطارق ثقيلة جدا او فى حالات الدق فى تربة مطاوعة

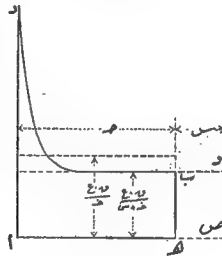
٣ — ان ارتفاع جميع آلات الدق كاف لسقطة مقدارها ١٥ قدم
٤ — أن فاقد الطاقة Loss of Energy يكون صغيرا نسبيا عند استعمال

سقطه مقدارها ١٥ قدم

قانون (ولنجتون) — قد بنى ولنجتون قانونه على ما يأتي

الشغل الذي يحدث من سقوط مطرقة ثقلها W لمسافة E هو WE .
 الشغل المفيد والناشيء عن سقوط المطرقة هو عبارة عن مقاومة الخازوق
 او قوة تحمله مضروباً في مقدار الاختراق لآخر ضربة من المطرقة والجودة
 (Efficiency) هي حاصل قسمة الاخير على الاول وتختلف الجودة أيضاً
 تبعاً لنسبة الشغل الفاعل

فاذا كان W هو الشغل الحادث بسبب سقوط المطرقة فإن جزءاً كبيراً
 منه يفقد في التغلب على المقاومة الاولى التي تحدث لاختراق الخازوق للتربة
 ولكن سرعان ما تقل هذه المقاومة عندما يبدأ الخازوق في الحركة ثم تستمر
 هذه المقاومة منتظمة لحد ما الى أن تقف حركة الخازوق وليبان اختلاف
 المقاومة في أثناء الدق نورد الخط البياني الذي في الشكل ١٧٨



شكل ١٧٨

فالأحداثي ١ و ٢ يبين مقدار المقاومة الاولى

والاحداثي ٣ يبين مقدار المقاومة الأخيرة عندما يقف هبوط
 الخازوق ومساحة المستطيل ذي الارتفاع الأكبر تبين مقدار الشغل
 الحادث بسقوط المطرقة وارتفاع المستطيل عبارة عن معدل المقاومة
 $\frac{W_0}{E_0}$ والمستطيل المحدود بالخطوط الكاملة يساوي $W_0 E_0$ كسطح المستطيل

وهذا بفرض انه لم يفقد شيء من طاقة المطرقة

$$\frac{ع.و}{س + س} \text{ والاحداثى ب هي مثل قوه تحمل الخازوق وهذا يساوى } ع.و$$

س مقدار يضاف على مقدار الاختراق ومن ذلك يتضح ان ما يصرف من الطاقة في التغلب على المقاومة الابتدائية الكبيرة المقدار مساو لما يسبب زيادة قدرها (س) في مسافة الاختراق والمقدار (س) يختلف باختلاف نوع التربة التي يخترقها الخازوق ولكن ولنجتون اعتبر مقدارها بوصة واحدة وذلك نتيجة دراسة حديثة واختبارات ومشاهدات عديدة

والسبب في كبر مقدار المقاومة الأولية للاختراق هو تماسك التربة على جوانب الخازوق الناشئ عن انهيارها أثناء الفترة بين دقة وأخرى وزيادة مقدار معامل الاحتكاك في حالة السكون أو الحركة البطيئة عنه في حالة الحركة السريعة وقد استخرج ولنجتون القانون الآتي

$$\frac{ع.و١٢}{١ + س} = ص$$

وفيه ص = قوة تحمل الخازوق بالرطل

س = ثقل المطرقة بالرطل

ع = مقدار السقطة بالقدم

س = معدل الاختراق لعدد الدقات الأخيرة بالبوصة

وباستعمال معامل أمن مقداره (٦) أصبح القانون كما يلي :

$$\text{حمل الأمن ص} = \frac{ع.و١٢}{٦(١ + س)} = \frac{ع.و٢}{١ + س} \text{ لمطارق السقطة}$$

أما لمطارق البخار فان القانون عدل الى :

$$\frac{ع.و٢}{٠.٢١ + س} = ص$$

ويوجد قوانين أخرى مبنية على نفس النظريات السابقة نضمها الجدول الآتي :

صاحب القانون	أقصى حل	معامل الأمن الملائم
ساندرس	$\frac{ع.٥}{خ}$	$\frac{1}{2}$ الى $\frac{1}{3}$
ماسون	$\frac{ع.٢٥}{خ(١,٥+٥)}$	$\frac{1}{3}$
تروتون	$\frac{٦٠٥ \sqrt{ع}}{٣}$ اذا كانت $خ$ غير محسوسة	$\frac{1}{3}$ الى $\frac{1}{2}$
تروتون	$\frac{٥٥ \sqrt{ع}}{٥٠٨٣+خ}$ اذا كانت $خ$ محسوسة	$\frac{1}{2}$ الى $\frac{1}{3}$
مكالين	$٨٠[٥ + (٢٢٨.٧ - ١)ع - ٢٢٤٠]$	$\frac{1}{3}$ الى $\frac{1}{2}$
روندليت	$\left[\begin{array}{l} ٤٢٧ \text{ الى } ٤٢٨ \text{ رطل / البوصة} \\ \text{المربعة (حمل الأمن)} \end{array} \right]$	$\frac{1}{3}$ الى $\frac{1}{2}$
رانكين و ماسون	$\left[\begin{array}{l} ٢٠٠ \text{ رطل / البوصة المربعة (حمل} \\ \text{الأمن) (يفرض ان الحازوق دفن كله)} \end{array} \right]$	$\frac{1}{3}$ الى $\frac{1}{2}$
بركس وبكر	$\frac{١٥٠.٤٠٢٥٤}{٢(١,٥+٥)}$	$\frac{1}{3}$ الى $\frac{1}{2}$
ويزياخ	$\frac{ع.٢٥}{خ(١,٥+٥)} + (١,٥+٥)$ فاذا كان المقدار $(١,٥+٥)$ صغيراً بمقارنته بحمل الأمن	$\frac{1}{3}$ الى $\frac{1}{2}$
ويزياخ و ماسون	$\frac{ع.٢٥}{خ(١,٥+٥)}$	$\frac{1}{3}$ الى $\frac{1}{2}$
ويزياخ	$\frac{ع.٥}{خ}$	$\frac{1}{3}$ الى $\frac{1}{2}$
نيستروم	$\frac{ع.٢٥}{٢(١,٥+٥)}$	$\frac{1}{3}$
بركس وبكر	$\frac{١٥٠.٤٢٥}{٢(١,٥+٥)}$	$\frac{1}{3}$ الى $\frac{1}{2}$
ولنجتون	$\frac{ع.٥.١٢}{١+خ}$	$\frac{1}{3}$

وفي كل هذه القوانين $\sigma =$ ثقل المطرقة بالرطل
 $\epsilon =$ مقدار السقطة بالقدم
 $\chi =$ مقدار الاختراق لآخر دقة بالقدم ما عدا في
 قانون ولنجتون فانها بالبوصة
 $\psi =$ ثقل الخازوق بالرطل

قوة تحمل الخوازيق التي تعمل عمل الاعمدة

في الخوازيق التي تعمل عمل الاعمدة أى التي تدق الى طبقة صلبة وتخترقها
 حتى درجة الامتناع تحسب قوة تحملها من الجهود التي تتحملها مادة الخازوق
 نفسه ويحسب الخازوق كأنه عامود

فلنفرض أن $\sigma =$ حمل الأمن عند رأس الخازوق
 وان $\chi =$ جهد الضغط المسموح لمادة الخازوق على اعتبار انه عامود
 $s =$ مسطح قطاع الخازوق
 فإن $\sigma \times s =$ ضغط \times س

ويجب تقليل مقدار ضغط عن المعتاد نظرا لأن جملة عوامل تؤثر على
 الخازوق أثناء دقة كتعرضه للانبعاج (Buckling) والتحميل الغير مركزى
 (Eccentric) وخلافها

ويحسب ضغط للخشب وللخرسانة العادية من ٢٠ الى ٢٥ بكم/سم^٢
 ٩٠ ضغط للخرسانة المسلحة من ٣٠ الى ٣٥ بكم/سم^٢
 والخوازيق اذا دقت فى التربة وبرز جزء منها فوق الارض كما هو الحال
 فى الكبارى والبدالات (Aqueducts) مثلا فيحسن عمل أربطة مائلة لها
 (Bracing) وفى هذه الحالة تحلل القوى بين الخوازيق والاربطة
 أما فى حالة عدم امكان عمل أربطة لانها تعيق الماء أو لاي سبب آخر
 فيعتبر الخازوق كأنه عامود

ويعتبر الخازوق عادة كأنه عامود حر عند رأسه ومثبت فى نقطة بين قدمه
 وسطح الارض وهذه النقطة تختلف حسب نوع التربة المدفون فيها الخازوق

ومن الفروض المقبولة أن يعتبر أن الثلث الاخير من الطبقات الرخوة (Soft) التي تعلو الطبقة الصلبة التي تركز عليها قدم الخازوق يساعد في مقاومة الحركة الجانبية وهذا يجعل طول العامود كأنه من رأس الخازوق الى قاع المجرى مضافا اليه ثلثي عمق الطبقات الرخوة وقوة هذا العامود تعادل قوة عامود حر عند طرفيه وله ضعف هذا الطول وفي الغالب تنقل الخوازيق جزءا كبيرا من الاحمال الى طبقة صلبة تعلوها طبقات رخوة مطاوعة (Yielding) يسهل ضغطها جانبيا بفعل الخازوق اثناء اختراقه لها

فاذا كانت الطبقات التي تعلو الطبقة الصخرية مطاوعة لدرجة كبيرة فيصير ثقب الطبقة الصخرية الصماء وانزال قدم الخازوق فيها لتثبيتته ولحفظ الخازوق في موضعه

ويجب أن يجعل قطاع الخازوق عند قدمه كبيرا بقدر المستطاع ليكون المسطح المتأثر بالحمل كافيا للمقاومة واحيانا يدق الخازوق بقطاعه الاكبر الى أسفل لهذا الغرض ويحسن عدم تحديد قدم الخازوق ما لم يرى ضرورة لذلك لغرض المساعدة على اختراق طبقة صلبة لتثبيت قدم الخازوق فيها ومنعه من الحركة الجانبية وفي حالة ما تكون الطبقة الصلبة التي يدق اليها الخازوق تعلوها طبقات رخوة جدا فهمل المقاومة بالاحتكاك ويعتبر الخازوق كأنه عامود وسبق أن بينا ضرورة تنقيص مقدار ضخم

ولما كان مقدار ضخم يختلف باختلاف نوع المادة المستعملة في صنع الخازوق وتختلف في الخشب حسب نوعه فاذا لم يعرف نوع الخشب وكان الخازوق في الماء فوحدة الجهد للخشب يمكن اعتبارها ٩٠٠ رطل على البوصة المربعة ولكن نظرا لتشبعها بالماء يجب تنقيصها بالقانون الآتي لان الماء يضعف قوتها

$$\text{ضخ} = ٩٠٠ \left(١ - \frac{ل}{٩٠} \right)$$

وفيها ل = الطول الحر للعמוד

٢ = قطر الخازوق عند منتصف الطول الحر Unsupported length

وهذا القانون يستعمل للعمدة التي فيها

ل = ١٥ إلى ٣٠

فإذا لم تكن الخوازيق في مياه فإن ضحك تزداد بنسبة ٥٠ ٪.

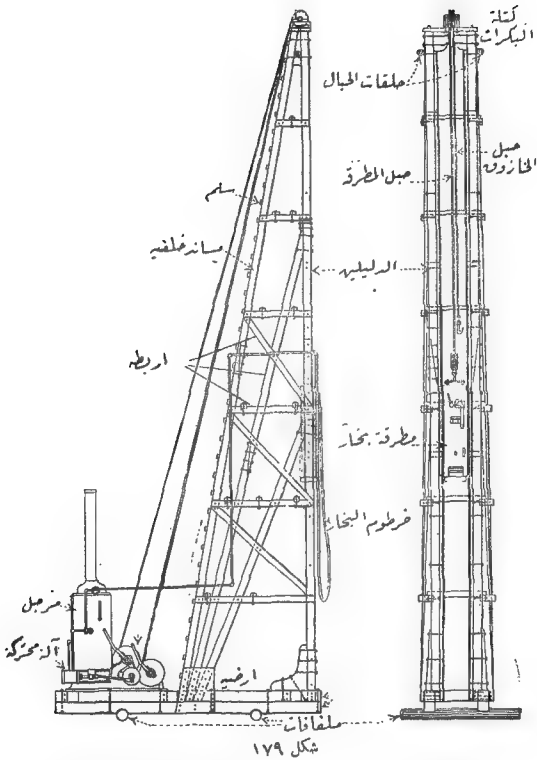
آلات دق الخوازيق

آلة دق الخوازيق تتكون من الدليلين (Leads) وهما عبارة عن قائمين رأسيين من الحديد أو الخشب وفي الحالة الأخيرة يثبت في جوانبها الداخلية مجارى من الحديد وفي أعلا الدليلين تثبت البكرات (Block & Tackle) وتمر عليها الحبال التي ترفع بواسطتها المطرقة وكذا الخوازيق لاعدادها في وضعها الرأسى بين الدليلين وفي مسار المطرقة التي تتحرك بين هذين الدليلين حتى لا تطيش ضرباتها

وتثبت القوائم في وضعها الرأسى بواسطة مساند (Stays) مائلة الى الخلف وأربطة وشدادات (Braces & Ties) مثبتة كلها على أرضية أفقية من الخشب (Timber Platform) عند قدمى القائمين وهذه الأرضية الخشبية يجب أن تكون ذات طول كاف بحيث يسع الآلة التي تستعمل لرفع المطرقة والخوازيق وكذا يسع المرجل (Steam Boiler) الذى يشغل الآلة الرافعة وتركب هذه الأرضية بما عليها من أجهزة فوق ملفافات (Rollers) عبارة عن مواسير

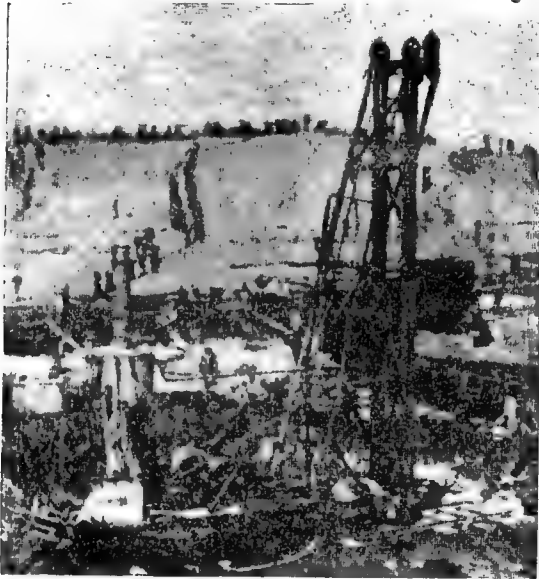
معدنية كما هو مبين بالشكل ١٧٩

وآلات دق الخوازيق تكون بشكلها السابق ما يشبه البرج وتكون عادة من الخشب أو من الصلب وتختلف أشكالها وابعادها تبعاً للحالات والأغراض التي تستعمل لها وتجهز عادة بسلم (Ladder) أو أكثر وأحياناً تستعمل المساند المائلة (Stays) كسلم تثبيت قطع أفقية فيها أما من الخشب أو من الصلب وتجهز آلات الدق عادة بشدادات لربط القوائم مع المساند وتكون هذه الشدادات أفقية ومائلة ويشد البرج (Tower) بشدادات جانبية من الحبال



الصلب تتصل بحلقات من الحديد (Rings) مثبتة في أعلا البرج أو تتصل بقضبان من الحديد وتكون الشدادات الجانبية مائلة وبواسطة الملفافات التي ترتكز عليها الارضية الخشبية وما عليها من أجهزة وآلات يمكن تحريك آلة الدق الى الأمام أو الى الخلف وكذا يمكن تحريكها جانبيا بتغيير وضع الملفافات ويمكن تجهيز الآلة بصينية لتحريكها في كل اتجاه.

والغرض من تبطين القوائم الخشبية بمجارى حديدية هو تقليل الاحتكاك بين المطرقة والدليلين والشكل ١٨٠ يبين صورة فتوغرافية لآلة دق الخوازيق



شكل ١٨٠

واذا أريد دق الخوازيق بحيث تكون رؤوسها على منسوب منخفض عن منسوب قدمي الدليلين فتجهز الآلة أحيانا بدليلين اضافيين يركبان عند الحاجة بالطول المرغوب أو يعلقان على بكرة خاصة في أعلا البرج وهذه الحالة تعرض عادة في الخنادق الكبيرة الغور وفي داخل السدود المحيطة وقد يستعمل في مثل هذه الحالة الوسيط أو التبع (Follower) وسيأتى الكلام عليه فيما بعد

وفي حالة دق الخوازيق في مجارى المياه فان الآلة تتركب على عوامة أو
مركب كما هو مبين بالشكل ١٨١



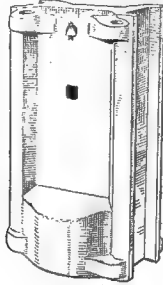
شكل ١٨١

ويوجد آلات للدق تسمى الآلات السيارة *Track Pile Drivers*
وتستعمل عادة في أعمال السكة الحديد وتشمل مطرقة بخار ونافورة مياه
والمضخة المتصلة بها وصينية تتحرك عليها الآلة ودلائل متحركة واجهزة
وآلات أخرى خاصة برفع المطرقة وتسيير الآلة من تلقاء نفسها *Automatically*

مطرقة السقطة لدق الخوازيق

مطرقة السقطة عبارة عن المطرقة التي ترفع بحبل ثم تترك لتسقط بالجاذبية
وتتركب من كتلة من الزهر الصب لها فكان واحد على كل من جانبيها يتفق
للبعد بين حافتيها الخارجيتين مع الفراغ الموجود بين داليل آلة الدق والمطرقة

في اعلاها مشبك (Pin) لوصاها بجبل الاله الرافعة واما قاعده ذات مسطح يتفق مع قطاع اكبر الخوازيق الشائعة الاستعمال كما هو مبين بالشكل ١٨٢



مطرقة سفلى

شكل ١٨٢

ويكون طول الفكين كافيا لمنع حدوث هزة عنيفة عندما تضرب المطرقة رأس الخازوق لانه كلما زاد الطول الذى يتصل فيه الفك بالديساين كلما قل مقدار الهزات

والمطرقة مصنوعة بحيث يكون مركز ثقلها بالقرب من قاعدتها ويحسن عمل سطح قاعدة المطرقة الذى يتصل بالخازوق مقعرا وذلك في حالة ما تصيب المطرقة رأس الخازوق مباشرة حتى يدخل رأس الخازوق في التقيير الذى في قاعدة المطرقة وبذلك تكون رأس الخازوق مسنودة ويكون الخازوق بذلك أقل قابلية للترجح من وضعه الرأسى

اما اذا استعمل غطاء لرأس الخازوق (Cap) فيعمل السطح الاسفل لقاعدة المطرقة مسطحا (Flat)

ويختلف ثقل مطرقة السقطة من ٥٠٠ رطل الى ٥٢٠٠ رطل حسب قطاع وطول الخازوق ونوع التربة التى يخترقها وقد تستعمل مطارق مفرغة ومملأ بانقال تناسب الحالة التربة تستعمل لها

ثقل المطرقة ومقدار سقطتها

يجب أن تكون المطرقة ذات ثقل بحيث يكون الجزء الباقي بعد فاقد الطاقة كافيا لانزال الخازوق في التربة ويجب أن لا يقل ثقل المطرقة عن ثقل الخازوق ويفضل ان تكون المطرقة ذات ثقل يساوى ضعف ثقل الخازوق ومن نتيجة التجارب وجد أنه يحسن أن لا يزيد ارتفاع السقطه عن ٢٠ قدم بينما يمكن استعمال سقطات مقدارها ٥ أقدام وأقل في التربة السهلة الاختراق وإذا روى أنه من الضروري استعمال سقطات مقدارها أكبر من ٢٠ قدم فيجب أن لا يستمر الدق بها كثيرا على الخازوق الواحد والا يتسبب عن ذلك تلف الخازوق والسقطات الصغيرة الارتفاع لها ميزة توالى الضربات بسرعة عما في حالة السقطات الكبيرة الارتفاع وبذلك يضمن استمرار هبوط الخازوق ولا يخفى ما في ذلك من اقتصاد كبير في الوقت

ولكن يجب أن لا يكون ارتفاع السقطه صغيرا جدا لان ذلك يؤدي الى فقد كل الطاقة أو نسبة كبيرة جدا منها في جسم الخازوق دون أحداث أى هبوط أو أحداث هبوط ضئيل

كما أنه إذا كانت السقطه ذات ارتفاع كبير جدا فأن تأثيرها على الخازوق يكون شديدا ويحدث تلفا كبيرا للخازوق يفقد بسببه نسبة كبيرة من الطاقة ولذا فاستعمال مثل هذه السقطات اسراف في المجهود

واستعمال مطارق خفيفة ذات سقطات كبيرة وسرعة كبيرة يفقد معه جزء كبير من الطاقة عند رأس الخازوق وعندما يشرع الخازوق في نقل الطاقة الناشئة عن اصابة المطرقة لرأسه الى التربة لاختراقها فأن ثقل المطرقة يكون خفيفا ولا يساعد في الاختراق الا بنسبة ضئيلة بخلاف ما لو كان ثقل المطرقة كبيرا وبما تقدم يتضح ان ارتفاع السقطه يجب أن يلائم حالة الخازوق ونوع المادة المركب منها والجهد التي تتحملها هذه المادة بحيث لا تنفصل الالياف عن بعضها وفي حالة ما يكون الحبل متصلا بمطرقة السقطه بحيث أنه يتعين على

المطرقة أن تجذب الحبل وتدير طنبور الآلة الرافعة Drum of Hoisting Machine المتلف حوله الحبل يجب عمل تعديل جوهري في ارتفاع السقطة المقيدة لتحويله الى نظيره في سقطة حرة وفي جميع القوانين الخاصة بحساب قوة تحمل الحبال؛ ولا يعتبر ضغط الهواء على المطرقة ولا الاحتكاك بين المطرقة والدليلين مادامت الأدلة راسيه تماما وفي حالة حسنة ولو أن ضغط الهواء والاحتكاك بين المطرقة والأدلة يستدعيان تعديلا في وزن المطرقة بتنقيصه بمقدار ١٠٥ ٪.

السقطة المقيدة Restrained Fall

أغلب القوانين الخاصة بحساب قوة تحمل الحبال مبنية على أن سقطة المطرقة حرة (Free) فإذا قيدت بربطها بحبل الآلة الرافعة تختم تعديل مقدار السقطة بتنقيص مقداره بحيث يتفق مع ارتفاع مطرقة ذات سقطة حرة ومن نتيجة تجارب على الاختراق بمطرقة ذات سقطة حرة وبنفس المطرقة مع سقطة مقيدة واستعمال قانون (ولنجتون) لقوة التحمل وجد أن السقطات المقيدة تعادل حوالي ٧٩,٢ ٪ في المتوسط من السقطات الحرة المائلة. وقد قدر جودريخ $2 = 10.5$ لسقطة مقيدة

يقابلها $2 = 2$ لسقطة حرة

وبما أنه من المتعذر التحكم في مقاومة الحبل والطنبور والوصول لتعديل صحيح لمقدار السقطة المقيدة فمن المستحسن فصل الحبل عن المطرقة واستعمال ملاقط (Nippers) لضمان سقطة حرة عند قياس مقدار الاختراق لحساب قوة التحمل

مقدار الاختراق النهائي لكل ضربة من ضربات المطرقة

قوانين حساب قوة تحمل الحبال وضعت مبدئيا للخوازيق المقاومة بالاحتكاك ويمكن استعمالها في بعض الحالات التي يكون فيها جزء من المقاومة بواسطة الطبقة التي عند قدم الحبال. ويجب أن لا يعتبر الا معدل الاختراق في آخر خمسة أو عشرة ضربات

فإذا قل الاختراق عن $\frac{1}{2}$ بوصة في الخوازيق الخشبية التي تدق بمطرقة السقطة فيجب عدم الركون الى التجربة

وعادة يحسن أن لا يقل الاختراق عن $\frac{1}{2}$ بوصة اذا كان الخازوق من الخشب الجيد ولا عن بوصة واحدة للخشب الاقل جودة

فإذا قلت مقادير الاختراق عن المينة أعلاه فيجب عدم الاعتماد على التجربة لأن هذا يكون دليل على أن الهبوط الذى يقاس عند رأس الخازوق لا يعطى مقدار الاختراق وإنما يشير الى اتلاف حادث في رأس أو جسم الخازوق

ومقدار معدل الاختراق النهائى لكل ضربة يتوقف على طبيعة التربة وقطاع الخازوق وطوله ودرجة خشوته وشكل قدم الخازوق ومقدار الاختراق الكلى كما انه يتأثر بثقل المطرقة ومقدار سقطتها

فاذا استعمل تبع فى دق الخوازيق فى المرحلة الأخيرة فيجب عمل تعديل لمقدار معدل الاختراق النهائى وهذا يستدعى عمل تجارب لدق الخوازيق بواسطة التبع ومباشرة بغير تبع لمعرفة مدى التعديل الذى يعمل فى مقدار معدل الاختراق النهائى

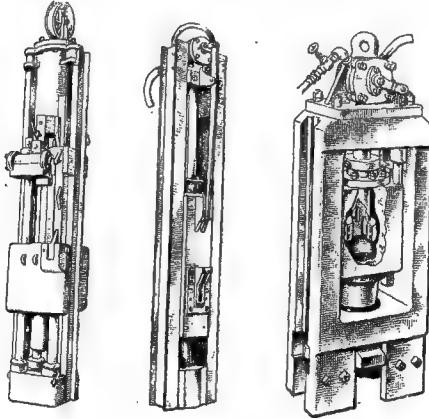
مطرقة البخار

هى المطرقة التى تتحرك الى أعلا مسافة صغيره بضغط البخار بمكبس (Piston) داخل اسطوانة متصله بالمطرقة ثم تسقط من تلقاء نفسها بفعل الجاذبية أو بفعل الجاذبية وضغط البخار معا

والمطرقة والاسطوانة موضوعتان معا داخل اطار من الصلب يتحرك بين الدليلين ويمتد الاطار تحت قاعدة المطرقة بحيث يكون فراغا تحت المطرقة فالطراز الذى يستعمل فيه البخار لرفعه فقط ويسقط بالجاذبية يسمى مطرقة البخار المفرد الاثر

والطراز الذى يستعمل فيه البخار لرفعه وللمساعدة فى انزاله يسمى مطرقة البخار المزدوج الاثر

وفي النوع الاول تختلف قوة الضربة باختلاف ثقل المطرقة ومقدار السقطة وعدد الضربات يختلف تبعا لضغط البخار
اما في النوع الثاني فان قوة الضربة وكذا عدد الضربات تابعان لضغط البخار وهذا النوع أخف في الوزن من النوع الاول وعدد ضرباته اكثر ويختلف وزن المطرقة في النوع الثاني من ربع الى نصف نظيره في النوع الاول
ويوجد انواع من مطارق البخار فيها الاسطوانة ثابتة والمكبس يتحرك مع المطرقة وأنواع أخرى فيها المكبس ثابت والاسطوانة هي المتحركة وقد يستعمل الهواء المضغوط بدلا من ضغط البخار في تشغيل المطرقة
وتختلف ائقال مطارق البخار من ٢٠٠ رطل الى ١٦٠٠٠ رطل ويكون عدد الضربات من ٥٠ الى ٦٠ في النوع الاول ومن ١٠٠ الى ١٢٠ في النوع الثاني والشكل ١٨٣ يبين ثلاثة انواع لمطارق البخار



شكل ١٨٣

وفي اثناء عملية الدق بمطارق البخار لحوازيق خشبية فان رأس الجازوق تلبس الفراغ الذي تحت قاعدة المطرقة والذي يكون جزء بارزا من الاطار

الذى يحويها والاطار يكون مجهزا بزوايا أو مجارى حديدية على الجانبين الذين يتحركان على الدليلين

وثقل الاطار كبير بحيث يساعد فى استمرار هبوط الخازوق عند اتصال المطرقة به

وفى مطارق البخار تكون الضربات متتالية وسريعة بحيث يكون الهبوط مستمرا وما يساعد على استمرار هبوط الخازوق الهزات التى تحدث بالخازوق من تأثير الضربات السريعة ومن ذلك يتضح أن تأثير الضربات السريعة بمطارق البخار التى ترتفع الى مسافات صغيرة افعلى فى استمرار اختراق الخازوق للتربة

امتياز مطارق البخار — مما تقدم يمكن تلخيص الامتيازات التى لمطارق

البخار فيما يلى

١ - استعمال مطارق البخار أضمن فى حفظ الخازوق فى وضعه من مطارق

السقطة حيث أن رأس الخازوق تدخل فى بروز الاطار

٢ - يمكن استعمال خوازيق من اخشاب أقل متانة فى حالة استعمال مطارق

البخار لأن استعمالها لا يتلف رؤوس الخوازيق بالدرجة والسرعة التى تتلف

بها مع استعمال مطارق السقطة والى مع استعمالها يستعمل عادة اطواق

لحماية رؤوس الخوازيق

٣ - أن فعل الضربات فى أى وضع للمطرقة فى طول الدليلين ثابت

٤ - انه يمكن دق الخازوق الى مسافات تبلغ نحو ٢٠ متر تحت قدم الدليلين

دون استعمال ادلة اضافية أو تبع وبذلك يمكن الاقتصاد فى طول الخازوق

وتوفير اجرة قطع الطول الزائد

٥ - سرعة الدق تساعد فى استمرار هبوط الخازوق وقد وجد أن الوقت

اللازم لدق خازوق واحد بمطرقة السقطة يكفى لدق ثلاثة خوازيق بمطرقة

البخار نظرا لضياع جزء كبير من الوقت فى رفع مطرقة السقطة

٦ - يمكن استعمال مطارق البخار فى الاماكن والحالات التى يتعذر معها

استعمال مطارق السقطة

٧ - الاضرار التي تحدث بسبب الدق بمطرقة البخار للمنشآت المجاورة وتكسير
الواح الزجاج واتلاف الياض أقل منها في الحالات التي تستعمل فيها مطارق السقطة
٨ - عمر الأدلة يكون أطول منه في مطارق السقطة

وكما أن لمطرقة البخار الامتيازات السابقة فإن لها عيوباً نلخصها فيما يلي
مطرقة البخار قد تخيب في اختراق طبقة التربة السطحية إذا كانت صلبة بينما
قد تنجح مطرقة السقطة لأن تصادمها مع رأس الخازوق أكبر من نظيره
في حالة استعمال مطرقة البخار لأن الارتفاع في الحالة الأولى أكبر منه في الأخيرة
ولكن كبر الارتفاع في حالة مطرقة السقطة قد يتسبب عنه كسر
الخازوق ولو أنه يمكن تفادي ذلك بتحديد قدم الخازوق وتجهيزه بقدم من الزهر
وحماية رأسه بغطاء (Cap) ومطرقة السقطة اصلح للدق في الماء لأن رؤوس
الخوازيق تترك عادة على منسوب اعلا من منسوب الماء بنحو ١٢ متر وبذلك
لا يحتاج الأمر الى الدق تحت قدمي الدليلين

ونظراً لأن مطرقة البخار ذات ثقل كبير فإن العوامة التي تتركب عليها
الآلة تميل دائماً تحت الدليلين

وفي الاعمال التي يقتضى الحال تغيير مطرقة البخار بمطرقة السقطة فإن عملية
التغيير تضع وقتاً كبيراً وتكلف كثيراً وفي الوقت نفسه يلزم وضع مطرقة
البخار بعد فكها في مكان متين وبحيث لا يحتل توازن العوامة

الاطواق وأغطية الرأس والوسيط (التبع).

من المهم ان تقطع رأس الخازوق على مستو عمودي مع اتجاه طوله حتى
توزع الجهود الناشئة من تصادم المطرقة على سطح الرأس بالتساوى وبما أن
رأس الخازوق تنزع دائماً الى تغيير موضعها بين الدليلين أثناء الدق فمن
المستحسن أن تقعر قاعدة مطرقة السقطة لحفظ الرأس والخازوق في وضعهما
وإذا زاد مقدار الضغط على أى من الياف الخازوق عن مقدار الجهد
المسموح فإن هذه الليفة تسلم تحت تأثير هذا الضغط أما بالانحناء أو الانبعاج
أو الكسر وتنفذ خاصية تماسكها مع باقي الالياف وإذا ماسلت الالياف

فان كل ضربة من ضربات المطرقة يزيد في تلفها وتكون الرأس التالفة في هذه الحالة كوسادة يفقد فيها جزء كبير من الشغل الحادث من ثقل المطرقة أثناء سقوطها في مسافة السقطة وتكون الجودة أقل أى الشغل المفيد (Usefull Work) والذي يستغل في احتراق التربة يكون نسبة صغيرة من مجموع الشغل الحادث بسبب سقوط المطرقة

واتلاف رأس الخازوق بالطريقة السابقة يسمى شعب الرأس (Brooming) وقد تستهلك كل الطاقة تقريبا في احداث هذا التلف اذا كانت مسافة السقطة كبيرة جدا

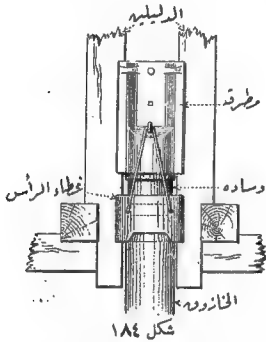
وزيادة مقدار مسافة السقطة عن ٥ أمتار لايزيد الاختراق ويمكن معرفة الطاقة التي تفقد بسبب اتلاف رأس الخازوق بصفة تقريبية بمعرفة عدد الضربات اللازمة لاختراق الخازوق لمسافة ٣٠ سم عادة في التربة قبل قطع الرأس التالفة وبعد قطعها

وقد وجد من نتيجة تجارب أجريت لهذا الغرض أن نحو ٥٢ ٪ فقط من الشغل الذى يستهلك في حالة رأس سليمة لاختراق التربة هو ما يستهلك في حالة رأس تالفة

وفقد الشغل بنسب كبيرة كذه يعتبر اسرافا كبيرا في مجهود العمال وفي الوقت وذلك يكلف كثيرا فلذا يراعى قطع رأس الخازوق بمجرد ظهور آثار التصدع أو الشعب عليها ويجب اتقاء لذلك وقاية رأس الخازوق باحدى الطرق التى سيأتى الكلام عليها والذي يزيد في نزوع رأس الخازوق الى التلف هو جعل رأس الخازوق ذى مسطح أكبر من مسطح قاعدة المطرقة ففى مثل هذه الحالة لا تصيب المطرقة الا جزء من مسطح الرأس فتدفع به داخل الرأس وينشأ عن ذلك تصدع الرأس وتلفها

وللوقاية من حدوث التلف بالرأس تطوق باطواق من الحديد تختلف ابعادها من ٢×٢ الى ٤×١ تحيط برؤوس الخوازيق وتصنع من أحسن أنواع الحديد المشغول وعند وضع الطوق في الرأس يصير شطف

(Chamfering) الرأس بطول ٥ ويوضع الطوق فوقها ثم يضرب الطوق بالمطرقة وعادة ضربة واحدة فيدخل الطوق في الجزء المشطوف فإذا كان بالرغم من وقاية الرأس بطوق حديدي يحدث تلف بالرأس فالعلاج لذلك هو أن يقطع الجزء التالف ويطوق الجزء الذي يليه



والعلاج الانجع والاقل كلفة في وقاية رأس الخازوق هو استعمال غطاء للرأس وهذا الغطاء يتكون من قطعة من الزهر الصب ولها بروزين مسلوين احدهما في اعلاها والآخر عند قاعدتها كما هو مبين بالشكل ١٨٤ فالبروز الاخير يرتكز على

رأس الخازوق عند اصابة الرأس وتشطف رأس الخازوق بشكل يلائم هذا البروز بحيث أن الرأس يلبس الغطاء لبسا محكما وأما البروز الاعلا فتوضع فيه وسادة من خشب متين بحيث تكون فوق قطعة الزهر وتجهز الوسادة عادة بطوق من الحديد عند رأسها حمايتها من ضربات المطرقة ولهذا الغطاء فكين يشبهان فكي المطرقة ليرشدها في حركته بين الدليلين وبذلك يضمن بقاء الخازوق في وضعه وعدم انحرافه

وأثناء عملية الدق قد تتطلب الحالة تغيير الوسادة نظرا لتلفها لانها هي التي تتلقى ضربات المطرقة مباشرة وفي بعض الحالات يصير وقاية رأس الوسادة بفرش من الحبال

وبما يستعمل لوقاية رأس الخازوق ان تسمر فيه قطعة من الصلب تكون مستوية أو على شكل ظربوش يلبسه رأس الخازوق

الوسيط أو التبع

عندما يراد دق خازوق الى منسوب منخفض عن قديم الدليلين او تحت منسوب سطح الأرض أو تحت منسوب الماء يستعمل عادة ما يسمى التبع وهو عبارة عن جسم على شكل خازوق قصير يتوسط بين المطرقة وبين رأس الخازوق الاصيل الجارى دقه لتلقى ضربات المطرقة وتوصلها الى رأس الخازوق ويكون ذا طول كاف بحيث يكون جزؤه الاعلايين الدليلين ينما قاعدته تتبع رأس الخازوق تحت قديم الدليلين الى المنسوب المراد الوصول به اليه ويثبت فى أسفل التبع غطاء تلبسه رأس الخازوق كوقاية لها من ضربات المطرقة وأما التبع نفسه فلو قاية رأسه فإنه يلبس البروز الموجود فى مطرقة البخار أو يلبس غطاء للرأس فى حالة مطرقة السقطة

ويضع عادة جزؤ كبير من الطاقة فى جسم الوسيط يبلغ فى بعض الاحيان نحو ٥٠٪ من الطاقة

وبما أنه يحتمل ان يلبصق التبع فى بعض انواع التربة فيحسن ان لا تزيد مسافة المتابعة عن ١٥٠ متر

الاقدام والوصلات

فى التربة السهلة الاختراق لا يوجد ما يدعو الى تحديد اقدم الخوازيق فاذا كان الخازوق سيخترق طبقات رخوة ليرتكز على طبقة صلبة فان القدم الغير محدد (Blunt) يزيد فى مسطح قاعدة الخازوق المتأثرة بالخل وهو من هذه الوجهة ذو فائدة اذ يسخر مسطحا اكبر فى مقاومة الخل وللقدم الغير محدد فائدة أخرى اذ أنه اقل فى مكافئة الجذور والعقبات التى تصادفها التغلب عليها وبذا يحتفظ الخازوق بوضعه ولا يحميد عنه بفعل العقبات وفى حالة دق خازوق بقدم غير محدد فانه يتكوّن جسم من التربة المضغوطة تحت قدمه على شكل مخروط ويندفع معه محترقا التربة فيصبح الخازوق بذلك كأنه محدد القدم فان كانت الطبقة التى يخترقها الخازوق من الحصى الكبير أو من

الجلاميد فان صلابتها تتغلب على التربة المضغوطة تحت قدم الخازوق فتفتتها وتصدع قدم الخازوق الخشبي فمن المرغوب فيه عند اختراق الخازوق لطبقات صلبة والتي مقاومتها للانضغاط كبيرة أن تحدد قدم الخازوق كما هو مبين بالشكل ١٨٥ لتسهيل اختراقها للتربة



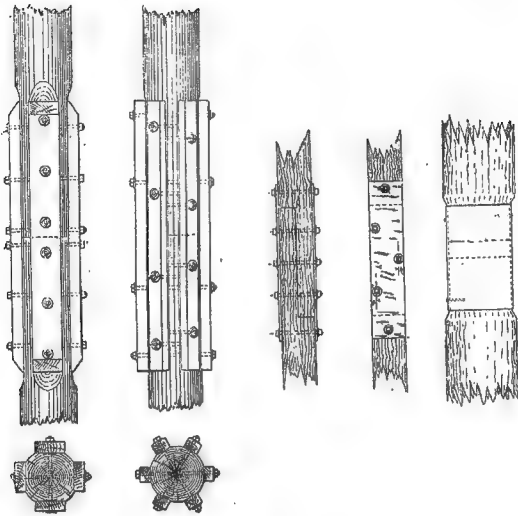
قدم حديدى
قدم حديدى

شكل ١٨٥

ويحدد قدم الخازوق على شكل هرم ناقص قاعدته السفلى من ٤×٤ الى ٦×٦ وطول الهرم الناقص يختلف من $١ \frac{1}{2}$ الى ضعف قطر الخازوق والشكل ١٨٥ يبين خازوقا خشبيا محدد القدم وتحديد قدم الخازوق يزيد في معدل الاختراق وبذا يوفر في الطاقة التي تستهلك في عملية الاختراق ومن المستحسن وقاية القدم المحدد أو استبداله بقدم حديدى كما هو مبين في الشكل

وبعض الخبراء يوصون بعدم استعمال اقدام حديدية بحجة أنها تنفصل عن الخازوق الوصلات - اذا تطلب العمل دق خوازيق طويلة من المتعذر وجودها في الاسواق

فيوصل خازوقين ببعضهما وكذا اذا كان الفراغ الموجود فوق الموقع الذى سيدق الخازوق فيه لا يسمح بدق الاطوال المطلوبة كما هو الحال فى دق خوازيق تحت كبرى موجودة فان الاطوال تجزء وتدق خوازيق قصيرة توصل ببعضها ويوجد اشكال كثيرة للوصلات منها النوع المائل لوصلات قضبان السكة الحديد (Fish Plate) وقد تعمل الوصلة بوضع طرفى الخازوقين الموصلين داخل غلاف (Steeve) من المواسير المعدنية يسمى فى كل من الخازوقين وفى كلتا الحالتين يجب أن يكون طول الوصلة كافيا والشكل ١٨٦ يبين أنواع الوصلات المستعملة للخوازيق الخشبية



شكل ١٨٦

بعض مشاهدات عملية

من الاختبارات الكثيرة وجد أنه اذا سقطت مطرقة ثقيلة مسافة صغيرة تسبب اختراقاً كبيراً مما تسببه مطرقة خفيفة اذا سقطت مسافة كبيرة وأن القوة التي تستعمل في الحالة الأولى لاختراق مسافة ما تكون اصغر من القوة التي تستعمل في الحالة الأخيرة لاختراق نفس المسافة

وكذا الاضرار التي تحدث لنفس أجهزة الدق تكون أقل في الحالة الأولى مما هي في الحالة الثانية نظراً لكبر الهزات في الحالة الثانية وكذا لاحتكاك المطرقة بمسافات أطول من الدليلين

وعدد الضربات في وقت ما في الحالة الأولى أكبر من نظيره في الحالة الأخيرة وعلى ذلك فالوقت الذي يمر بين ضربة وأخرى في الحالة الأولى صغير

لا يسمح للتربة التي اخترقها الخازوق وضغطها بأن تنهار وتندمج ثانية حوله .
وفي التربة السريعة الانهيار والاندماج كالرمل الرفيع الحبيبات والحامل
للماء يجب أن تكون الضربات سريعة بقدر المستطاع فللا سباب السابق يبانها
يكون الخازوق الذي يدق بمطرقة خفيفة ويهبط بمعدل منتظم أقل نزوعاً الى
الارتداد (Rebounding) والانعاج والتصدع مما لو دق بمطرقة ثقيلة وبين
كل دقة والتي تليها فترة محسوسة من الزمن

وبعض أنواع التربة يخترقها الخازوق الى مسافة ما ثم يمتنع عن الاختراق
ولكن قد يعود الى الاختراق اذا دق عليه بعد فترة راحة وقد يتسبب عن
دق أحد الخوازيق ارتداد الخوازيق السابق دقها بجواره

وفي بعض أنواع التربة (الطينية) يتسع الثقب المسبب عن اختراق الخازوق
ويصبح اكبر من قطاع الخازوق فيجد الماء طريقه في هذا الثقب الى قدم
الخازوق ويعمل بذلك على تقليل كل من مقدار الاحتكاك حول الخازوق
وقوة تحمل التربة تحت قدم الخازوق

الترتيب الذي يجب أن تدق به الخوازيق

اذا كان الغرض من دق الخوازيق هو ضغط التربة وادماجها فانه يبدأ بدق
الخوازيق من وسط الارض المراد تقويتها الى حدردها الخارجية فاذا أتبع
العكس فدقت أولاً الخوازيق التي حول المحيط ثم دقت الخوازيق الداخلية
الى وسط الارض فان عملية الدق تصبح صعبة في الخوازيق الداخلية سيما
القريبة من الوسط وقد يتسبب عن ذلك ارتداد كثير من الخوازيق الخارجية
وذلك لأن دق الخوازيق الداخلية يكون في أرض مضغوطة ومندمجة
بفعل الخوازيق الخارجية السابق دقها

وعلى أى حال يجب أن يكون الدق في الاتجاه الذي لا يوجد فيه مقاومة
كبيرة للدق فثلاً يبدأ بدق الخوازيق بالقرب من المباني الموجودة ويتجه
نحو الفضاء وليس العكس وكذلك يبدأ بعيداً عن البحيرات والانهر ويتجه
الى الدق اليها وليس العكس

ويمكن استثناء الحالات التي تكون فيها التربة رخوة جداً فيستحسن الابتداء بدق الخوازيق من الخارج الى الداخل لضغط التربة وادماجها بقدر المستطاع ومن المفيد معرفة الاثر الذي يحدث على الخوازيق التي سبق دقها بسبب دق خوازيق مجاورة لها فقد يشاهد المهندس أن بعض الخوازيق التي سبق أن دقت برؤوسها على منسوب معين ترتفع مناسيب رؤوسها نحو ٥ سم أو ٧ سم بسبب دق خوازيق مجاورة لها وهذا يدل على أن التربة المحصورة بين هذه الخوازيق قد بلغت أقصى حد الانضغاط وأن حركتها لأعلى ليست إلا لأن هذا الاتجاه هو اتجاه أقل مقاومة والذي يمكن للتربة أن تتحرك فيه بسهولة ويمكن معالجة هذا الارتداد باعادة الدق فوق رأس الخازوق فان أذعن وهبط الى منسوبه المقرر فيها والا يصير قطع الجزء من رأسه الذي ارتفع عن المنسوب حيث أن ذلك معناه أن التربة قد بلغت أقصى حد لانضغاطها

استعمال خوازيق باقدام ذات قطاعات اكبر من قطاعات رؤوسها

يحدث أحيانا ان يتعذر انزال الخازوق بعد الوصول الى عمق معين ويرتد الخازوق عند الدق عليه ويرد المطرقة معه وقد يرتد الخازوق نحو ١٥٠ م بعد رفع المطرقة عنه مباشرة كما أنه قد يحدث الارتداد تدريجيا فبعد مضي ليلة يصبح الخازوق وقد ارتفع منسوب رأسه نحو ١٥٠ م عن المنسوب الذي دقت اليه وهذا يعزى عادة الى طبيعة الرمل الرقيق (Quicksand) ، ويكافح ذلك عادة بدق الخازوق بقطاعه الاكبر عند قدمه

وكذلك يستعمل قدم ذو قطاع اكبر من الرأس عندما يدق الخازوق في تربة رخوة ويرتكز قدمه على طبقة صلبة وذلك لغرض زيادة سطح التحميل عند الطبقة التي يرتكز عليها الخازوق

وبالمثل عند دق الخوازيق في تربة تحت عمق كبير من الماء لأن الماء في مثل هذه الحالة يعمل على تعويم الخازوق ويقاوم هذا الاثر عادة بدق الخازوق بقدم ذي قطاع اكبر من رأسه

Battered Piles الخوازيق المائلة

تدق الخوازيق المائلة لمقاومة القوى الغير رأسية والآلات التي تستعمل لدق الخوازيق المائلة كما تستعمل لدق الخوازيق الرأسية تعلق فيها الادلة في أعلاها بواسطة مدار تدور حوله كدورة البندول Pendulum لامكان وضعها في أى وضع مائل ولذلك تسمى بالادلة البندولية وفي بعض الآلات يصير تركيب أدلة منفصلة خلاف الادلة الرأسية بحيث تتركب في الوضع وعلى الميل المراد الدق عليه

وتستعمل الخوازيق المائلة عادة تحت أكتاف العقود لمقاومة المكونة الافقية Horizontal Component للقوى المائلة وكذا في أرصفة الموانئ وعدم استعمال الخوازيق المائلة في مثل هذه الحالات قد يؤدى الى حدوث حوادث خطيرة لان الخوازيق الرأسية تتأثر بالانشاء بسبب القوى الافقية المؤثرة عليها

وقد يستعاض عن الخوازيق المائلة بعمل شدادات Braces مائلة للخوازيق الرأسية

استعمال النافورة المائية

طريقة انزال الخوازيق بواسطة النافورة المائية تتلخص في نقل الماء الدافق من مضخة بواسطة نافورة مائية الى التربة تحت قدم الخازوق وحوله لكسحها Washing واحلال الخازوق محلها والاثـر الذى يحدثه الماء الدافق هو تقليل الاحتكاك الذى بين الخازوق والتربة التى حوله هذا فضلا عن كسح التربة التى تحت قدم الخازوق وطردها الى أعلا

وكما سبق أن بينا فإن المطرقة قد توضع أحيانا فوق رأس الخازوق للاستفادة بثقلها كما انه قد يدق على الخازوق أثناء استعمال النافورة ويستعمل لذلك مطرقة سقطمة مقيدة

وتستعمل نافورة أو نافورتين حسب ما تستدعيه طبيعة التربة واستعمال

نافورتين واحدة على كل جانب من جانبي الخازوق أضمن لبقاء الخازوق في وضعه وعدم زحزحته أو انحرافه أما اذا ما استعملت نافورة في ناحية واحدة فقد ينزع الخازوق للانحراف اليها وفي بعض الحالات تستعمل ثلاث نافورات احداها على منسوب أعلا من الاثنتين الأخرتين

ويكون الغرض من النافورة العليا هو تقليل الاحتكاك بين التربة وجسم الخازوق والنافورات أثناء عملها تؤثر على التربة فتجعلها مبللة متماسكة ولكن بغير رفع النافورات تنهار التربة المتماسكة حول الخازوق وتجعل مقاومة الاحتكاك كبيرة حول جسم الخازوق عمالو كان الدق بواسطة المطرقة فقط وبدون استعمال النافورات

ولضمان قوة تحمل كبيرة عند قدم الخازوق يجب رفع النافورات قبل نزول الخازوق الى المنسوب المقرر والدق عليه جملة دقات بالمطرقة لانزاله الى المنسوب المقرر وهذه الدقات الأخيرة تثبت قدم الخازوق داخل التربة المشبعة بالماء تحت قدم الخازوق وتعمل على منع أثر تقوس التربة الذي قد يمتنع معه ملء جميع الفجوات الحادثة بفعل النافورات

ولضمان الاستفادة من استعمال النافورات يجب أن يقصر استعمالها على انواع التربة التي يعرف عن طبيعتها وخواصها انها تنهار بسرعة عقب ازالة النافورات لسد جميع الفجوات الحادثة من فعل الماء وقد وجد أن انواع التربة التي ينجح فيها استعمال النافورات هي الرمال ومن حسن الحظ ان هذا النوع من التربة ينشأ عنه مقاومة كبيرة للدق بالمطرقة وحدها دون استعمال النافورات وقد يحدث تلف للخوازيق التي تدق في تربة رملية بالمطرقة فقط لضرورة الدق عليها بشدة

وتستعمل النافورات في انواع التربة الأخرى المكونة من طين ورمل أو حصا رقيق ولكن في هذه الحالات يستعمل ضغط ماء كبير مما تقدم يتضح ان استعمال النافورات يوفر كثيراً من نفقات العمل وذلك في الحالات التي يتضح ان استعمال المطرقة وحدها يصبح باهظ النفقات

بسبب صعوبة الدق في انواع معينة من التربة والمعتاد عند استعمال النافورات ان تسبق قدم الخازوق وتكون تحت قدم الخازوق بنحو ٣٠ سم وقد تستدعي الحال رفع النافورة وانزالها لسكب ماء في طول الخازوق لتقليل الاحتكاك حول الماسورة التي تتصل بها النافورة

وعند ما يتعرض قدم الخازوق جلود فيصير نحر التربة حول الجلود بالنافورات الى ان يتزحزح عن موضعه تحت قدم الخازوق او الى ان يغوص الى منسوب منخفض عن قدم الخازوق بسبب فعل الماء تحت

وفي المدين لا يستحب استعمال النافورات خشية حدوث هبوط في الأساسات المجاورة وما يترتب على ذلك من الاضرار بالمباني المشيدة عليها

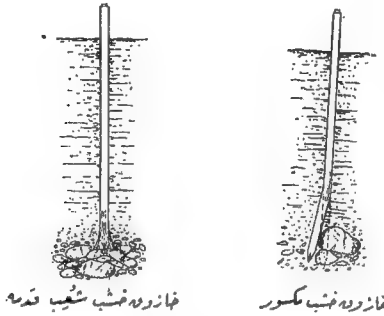
جهاز النافورة المائية — يتكون جهاز النافورة عادة من ماسورة ذات فوهة Nozzle ضيقة عند نهايتها وهذه للماسورة متصلة بماسورة مص لمضخة Pump والتي تتصل بأى مصدر مائى Water Supply وتشغل المضخة البخار اما بوصلها بالمرجل الذى يشغل المطرقة او بمرجل خاص ويمكن رفع وانزال الماسورة بواسطة جبل يمر فوق كتلة من البكرات Snatch Block تشغل باليد أو ببيكرة Spool تتركب على الآلة الرافعة وقطر ماسورة النافورة ٢ أن ١/٢ وقطر ماسورة الطرد للمضخة عادة ٤ وقطر ماسورة المص ٦ وقطر فوهة الماسورة ٣ أن ١/٢ وفوهة الماسورة ثقب عند نهايتها وخمسة ثقوب حول محيطها

واحيانا يصغر قطر الفوهة الى ١/٢ وبعض النافورات تشغل بواسطة ضغط الماء فترفع وتخفض وتحفظ في موضعها بواسطة ضغط الماء

الافراط فى دق الخوازيق

الافراط فى الدق يضر باقدام الخوازيق ويتسبب عنه تصدع الاقدام او كسر الخوازيق نفسها او قصها او انبعاجها وقد اتضح ذلك من الكشف على خوازيق سبق ان دقت فوجد ان كثيراً منها قد تلف اثناء الدق بسبب الافراط فى دقها

والشكل ١٨٧ يبين بعض أنواع التلف التي تصيب الخوازيق الخشبية من تأثير الافراط في الدق



شكل ١٨٧

وذلك ناشئ عن استعمال المطارق ذات السقطات الكبيرة ووجد ان استعمال مطرقة السقطه من وزن ٣٠٠٠ رطل لسقطات لا تزيد عن ٣٠٠ متر لا يحدث تلفا بالخوازيق اذا استمر الدق الى ان يكون الاختراق واحدة في الخمسة دقائق

والعوامل التي تؤثر في ضمان سلامة الخوازيق اثناء دقها متعددة اهمها ثقل المطرقة ومقدار سقطتها ونوع الخشب المصنوع منه الخازوق وابعاده ونوع التربة التي يخترقها ونوع الوقاية التي تعمل لرأس الخازوق اثناء الدق وكيفية تجفيف الخشب ومعالجته باحدى طرق الحفظ (preservation) ويمكن ملاحظة الافراط في الدق من سلوك الخازوق والمطرقة فعندما تبدأ المطرقة بالارتداد وكذا الخازوق فذلك دلالة على الافراط في الدق ويجب وقف الدق حالا ما لم يكن طول الخازوق غير متناسب مع ابعاد قطاعه بأن تكون نسبة طول الخازوق الى ابعاد قطاعه اكبر من المعتاد لأنه ينشأ عن ذلك ارتداد

فإذا وجد اثناء دق الخازوق في تربة متجانسة (Homogenous) ان عملية

دق الخازوق وانزاله أصبحت صعبة وإن المطرقة بدأت بالارتداد فمن الحكمة وقف الدق فإذا استمر الدق ولوحظ أن معدل الاختراق أصبح غير منتظم فهذا دلالة غالباً على أن قدم الخازوق بدأ يشعب (Brooming) أو أن الخازوق أخذ في الكسر في أى جزء آخر من طوله فإذا انخرق الخازوق فجأة أو انثنى فالمرجح أنه قد انكسر والشكل ١٨٧ يبين ذلك وبصفة عامة إذا كان الخازوق يهبط بسهولة ثم يقف فجأة وعند ذلك تبدأ المطرقة بالارتداد فيجب وقف عملية الدق لأن هذا دلالة على أن الخازوق قد صادف عقبة أو جلسودا

ويمكن الحكم على حالة الخازوق من سلوك رأسه تحت تأثير دق معتدل وخير ما يعمل لمنع تلف الخوازيق بالافراط في الدق هو استعمال غطاء لرأس الخازوق لوقايتها وحفظها في الموضع المقرر أو الاستعاضة بمطارق البخار بدلاً من مطارق السقطة أو استعمال النافورات كلما سمحت الظروف أو استكشاف طبقات التربة التي سيخرقها الخازوق واستعمال الطرق التي تلائمها وإطوال الخوازيق المناسبة فأستعمال النافورات هو إحدى الوسائل الناجعة في منع تلف الخوازيق من تأثير الدق المفرط لأنه يقلل المقاومة للاختراق واستكشاف التربة مهم في تعرف حالة سلوك الخازوق أثناء دقة ولمعرفة الطول اللازم للخازوق وعما إذا كان الخازوق سيقاوم ما سيجعل به من الأحمال بالاحتكاك بينه وبين التربة أو أنه سيكون كعاً مود فأذا كانت طبقة التربة السطحية صلبة بحيث يتعذر اختراقها دون اتلاف الخازوق فيصير حفرها إما بالديناميت أو بآلات الحفر التي تناسب حالتها ثم البدء بدق الخازوق عندما تظهر طبقة يمكن اختراقها بواسطة الخازوق

المسافات التي توضع عليها الخوازيق من بعضها

وجد من نتيجة التجارب العديدة أن الخوازيق يجب أن لا توضع على مسافات بين محاورها أقل من ٧٥ سم ويفضل وضعها على مسافات لا تقل عن ٩٠ سم بين محاورها

ولما كانت الخوازيق التي تقاوم الاحمال بالاحتكاك تنقل الضغوط الى التربة المحيطة على مسامح تتزايد مع العمق حتى يصير الوصول الى منسوب يكون نوع التربة عنده قادرا على تحمل وحدة الضغوط الموزعة عليه بفعل الخازوق

وجسم التربة الذي ينقل الضغوط يكون بمسطحاته المتزايدة مع العمق ما يشبه المخروط

وتختلف ميول جوانبه باختلاف طبيعة التربة من حيث نوع المواد المركبة منها ودرجة تماسكها وكلما صغر معامل الاحتكاك وجب أن يكون عمق الاختراق اكبر والا فان الخازوق يغوص تحت تأثير الاحمال

ومسطحات هذه الاشكال الشبه مخروطية عند اقدامها تحدد عدد الخوازيق اذ يجب أن لا تتداخل هذه الاشكال في بعضها والا يعد ذلك اسرافا في عدد الخوازيق بل الواجب أن توضع الخوازيق على مسافات من بعضها والى أعماق بحيث أن هذه الاشكال الشبه مخروطية لا تتداخل في بعضها وأن يكون الحد الذي تكون عليه من بعضها هو أن تبتاس عند أكبر قطاعاتها

ويجب التأكيد من أن نوع التربة الذي دق اليه الخازوق قادر على تحمل الضغوط المنقولة اليه على مسطح التحميل الذي هو قاعدة للشكل الشبه مخروطي وهذا يدل على ضرورة كشف التربة ومعرفة أنواعها على أعماق مختلفة قبل تحديد عدد الخوازيق والمسافات التي تبعد بها عن بعضها والا فانه اذا دقت الخوازيق باطوال معينة وعلى ابعاد فرضية من بعضها ثم اتضح ان نوع التربة لا يفي بمقاومة وحدة الضغوط عند المنسوب الذي دق اليه الخازوق فان الحال اذ ذاك تتطلب تغيير عدد الخوازيق وبالتبعية تغيير مسافاتنا عن بعضها

فأذا كان الغرض الذي يرمى اليه هو ضغط التربة وادماجها فان دق عدد اكبر من الخوازيق ووضعها على مسافات أقل قد يزيد قوة تحمل التربة على عمق ما بينما في بعض أنواع التربة قد يتسبب عن ذلك أضعاف قوة تحملها على نفس العمق

ومن المهم عدم دق الخوازيق على مسافات قريبة جدا من بعضها الا اذا روى ضرورة ذلك ويجب دق الخوازيق جميعها الى منسوب تكون عنده حالة التربة تسمح بمقاومة وحدة الضغوط الموزعة عليها وقد وجد من نتيجة اختبارات أن التربة التي تحتوى على ٣٥ ٪ فجوات بين حباتها اذا ضغطت الى الحد الذى تملأ عنده جميع هذه الفجوات فأن ثقلها النوعى يزيد بنسبة ٥٤ ٪.

أما الخوازيق التي تعتبر في تصميمها كاعمدة وتدق الى طبقة صلبة أو صخرية صماء فيجب أن لا توضع على مسافات أقل من ٩٠ سم

قطع الزيادات التي في أطوال الخوازيق

يجب أن تقطع الخوازيق الخشبية بعد دقها بحيث تكون رؤوسها تحت أوطى منسوب لسطح الماء الجوفى فاذا كانت الخوازيق في مجارى مياه (Streams) فيجب ان تقطع رؤوسها تحت اوطى منسوب للماء أما اذا اريد قطع الطول البارز من الخازوق في المجارى المائية لغاية منسوب القاع فيعمل ثقب داخل الخازوق وتستعمل المواد الناسفة من داخل هذا الثقب

ازالة الخوازيق

كثيرا ما تستعمل الخوازيق لاعمال مؤقتة كما هو الحال في انشاء الكبارى المؤقتة وتزال الخوازيق بجملة وسائل فاذا كانت مسافة الاختراق في التربة صغيرة فيمكن جذب الخوازيق بواسطة حبال آلة الدق المتصلة بالونش أو بمساعدة كتلة وبكرة (Block and Tackle) ولتقليل المقاومة الابتدائية الناشئة عن انهيار التربة حول الخازوق يدق على رأس الخازوق دقة واحدة بالمطرقة قبل جذبه والا فيستعمل جهاز التافورة اذا تيسر ذلك أما في الماء المعرض للند والجزر فيربط الخازوق بسلسلة الى المركب او العوامة اثناء الجزر فتجذب الخوازيق بفعل المد واذا كان حول الخازوق تربة متماسكة حوله فيسمر في الخازوق كتلة خشبية في كل من جانبيه ويرفع الخازوق

حفظ اخشاب الخوازيق

اذا استعملت الخوازيق في اساسات عادية فما دام يلاحظ ان تقطع رؤوسها تحت منسوب سطح المياه الجوفى فلا داعى لعمل أى اجراءات لحفظها اما اذا استعملت الخوازيق فى البحار وفى المحيطات حيث توجد الديدان اعداء الاخشاب بكثرة فيستحب استعمال اخشاب مشبعة بالكريازوت وبما انه لا يمكن معالجة العقد التى فى الخشب معالجة ناجعة بالكريازوت فأن هذه الديدان تدخل الى الخوازيق عن طريق العقد وتلتفها

ولا تقام ذلك يستعمل غلاف من الخرسانة للخازوق الخشبي بدلا من معالجته بالكريازوت او تستعمل بدلا من غلاف الخرسانة شبكة من السلك حول الخازوق وتغطى بطبقة من الاسمنت وهذان العلاجان يعملان للجزء من الخازوق البارز فى مياه البحار والمحيطات ومعالجة الاخشاب بالكريازوت يجعلها اسهل فى الكسر اثناء دقها ولكنه يزيد فى عمرها فى المياه المالحة وكذلك تعالج الاخشاب بنجاح بالزيت الخام (Crude oil)

دق خوازيق الاساس لبغال الكبارى

تدق الخوازيق عادة لهذه الاغراض داخل السدود المحيطة (Cofferdams) وتوضع آلة الدق فوق حوائط السد المحيط بعد اتمامها واحكام قفلها من كل جهاتها ولكن بما ان هذه الطريقة تعرض الكباسات (Siruts) الداخلية للسدود للتلف وقد يترتب عن ذلك هدم السد كله فانه من المستحسن ان تدق الخوازيق قبل الانتهاء من قفل السد وذلك بترك احد جوانب السد مفتوحا ولا يتم قفله الا بعد الانتهاء من دق الخوازيق الحاملة للبعلة ثم يقفل الصندوق بعمل الجانب المتروك وتوضع الكباسات داخل الصندوق

الخوازيق الخرسانية (Concrete Piles)

نظرا لقصر عمر الخوازيق الخشبيه عندما يكون الجزء الاعلا منها معرضا للرطوبة والجفاف

قد حات الخوازيق الخرسانية محل الخشبية واصبحت اكثر شيوعا وتنقسم الخوازيق الخرسانية الى قسمين اساسين

١ - خوازيق تصب داخل قوالب حسب الاشكال والابعاد المراد عملها عليها وتحفظ داخل القوالب الى أن تجمد ثم تفك عنها القوالب وبعد مضي مدة كافية عادة نحو ٢٥ يوما يصير دقها بالطرق السابق شرحها في دق الخوازيق الخشبية ويطلق عليها الخوازيق السابق تشكيلها (Premoulded piles) وهذا النوع يسلح دائما

٢ - خوازيق تصب في مكانها من التربة سواء باستعمال غلاف-بين الخرسانة والتربة أو بدون غلاف والغلاف عبارة عن مواسير من المعدن الرقيق ويحسن أن يترك في التربة الى أن يتآكل وهذا النوع من الخوازيق لا يسلح عادة غير أنه يمكن تسليحه

اما الخوازيق السابق تشكيلها فتسلح باسياخ بطول الخازوق أو باسياخ في طول الخازوق مع اضافة تسليح جانبي في شكل اطواق أو حلزوني أو يكون التسليح على شكل لفائف من الالواح الشبكية وتختلف الخوازيق نفسها في الشكل فيكون قطاعها مربعا أو مستديرا أو مسدسا أو مثمنا وقد يسلب الخازوق فتعمل القوالب بحيث يكون قطاع رأسه اكبر من قطاع قدمه

امتياز الخوازيق الخرسانية على الخشبية

الخوازيق الخشبية يجب أن تكون مغمورة بالماء ولذا يجب قطع الجزء المعرض منها لجفاف ولرطوبة متعاقبتين وابقاء الجزء المغمور بالماء الجوفي أو باى ماء آخر فإذا خفض منسوب الماء الجوفي في منطقة بتحسين حالة الصرف فيها فإن الاجزاء من الخوازيق التي تصبح فوق منسوب الماء الجوفي تكون عرضة للتلف معرضة مافوقها من المباني للخطر

اما الخوازيق الخرسانية فعمرها في الجفاف مساو لعمرها في الرطوبة وعلى ذلك فلا داعي لقطعها تحت منسوب الماء الجوفي أو ماء المحيطات والبحار كما وأن الخوازيق الخرسانية ليست معرضة لمهاجمة ديدان البحار

(Terido) اذ انها ليست من اعدادها بخلاف الخوازيق الخشبية التي تحتاج الى وقاية كيمياويا أو صناعيا وكلاهما باهظ التكاليف والخوازيق الخرسانية ذات قطاعات اكبر من الخشبية وبذلك يكون عدد الخوازيق الخرسانية لعمل ما اصغر وتكاليف دقها اقل . وقوة تحمل الخوازيق الخشبية يختلف من ١٠ الى ٢٠ طن للخازوق الواحد . بينما الخوازيق الخرسانية تختلف قوة تحملها من ٢٠ طن الى ٥٠ طن ولكن من جهة اخرى فإن الخوازيق الخرسانية أغلا في الثمن وتتكلف اكثر في نقائها ودقها لأنها أثقل من الخوازيق الخشبية كما وان مقاومتها للانشاء اقل من مقاومة الخشب

لكن يعوض ذلك ان العدد المطلوب لعملية ما أقل بكثير من عدد الخوازيق الخشبية لنفس العملية واستعمالها لا يتوقف على منسوب الماء الجوفي وبذا يتوفر جزء كبير من الحفر والاساسات واسماك المباني وهذا هو اهم عامل في الاقتصاد لأنه يمكن جعل رؤوس الخوازيق الخرسانية على مناسيب اعلا من رؤوس الخوازيق الخشبية بأكثر من ١,٠٠ متر ولا يخفى ما ينشأ عن الاقتصاد في الحفر والاساسات من اقتصاد كبير في الوقت وفي سدد جوانب الحفر ونزع المياه والردم ووجود ان الوفرة في تكاليف الاساسات باستعمال خوازيق خرسانية بدلا من خشبية تتراوح بين ١٠ ٪ / ٢٥ ٪ وفي بعض حالات خاصة حوالى ٥٠ ٪ /

ونظرا لسهولة الحصول على الاسمنت والرمل والزلط والحصى في كل مكان فإن احتمال حصول عطل بسبب انتظار شحن الخوازيق الخشبية ووصولها لموقع العمل يصبح لا وجود له ولا يخفى ما في ذلك من اقتصاد كبير في الوقت كما وانه توجد صعوبة كبيرة في الحصول على اخشاب سليمة تفي بالموصفات التي تجعلها صالحة لاستعمالها كخوازيق وخصوصا الخوازيق التي تكون اطوالها اكبر من ١٧ متر اما الخوازيق الخرسانية فأذا اعتنى بصنعها فإنه يمكن صنع كل خازوق بحيث يتفق مع المواصفات تماما وقوة الخوازيق الخرسانية تزداد كلما مر الوقت عليها ويجب ملاحظة انه

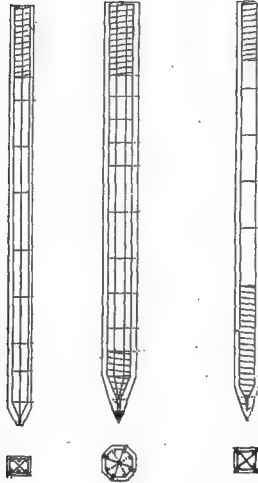
ولو ان جهد الضغط المسموح للخرسانة اقل منه للخشب عند الالياف المتطرة
الا ان قوة تحمل الخازوق تتوقف غالبا على قوة تحمل التربة التي يرتكز
عليها وليست على مقدار مقاومة مادة الخازوق نفسه الا في بعض الحالات
والخوازيق الخرسانية يسهل دقها في بعض المواد التي يتعذر فيها دق
الخوازيق الخشبية والتي ان دقت فيها الخوازيق الخشبية يكون تلفها مؤكدا
كما هو الحال لو دقت خوازيق في ردم من الطوب او الاحجار
او رجوع المعادن

الخوازيق السابق تشكيلها

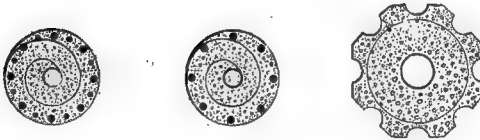
يوجد طرازات مختلفة لهذا النوع من الخوازيق وبعض هذه الطرازات
محتكر (Patented) وكثير من هذه الطرازات يترك داخله ثقب لامكان
استعمال النافورة المائية من داخل الخازوق ويجب أن يرتب لذلك في نفس
القوالب واظهر الفوارق في الطرازات المختلفة يكون في طرق التسليح فيها
ما يكون تسليحه على شكل حلزوني ومنها ما يسلح باسياخ رأسية مصنوعة
من حديد مطروق وفي بعض الخوازيق يجمع سطح الخازوق لزيادة المسطح
المعرض للتربة ليزيد بذلك مقدار الاحتكاك وأيضا لتسرب مياه النافورة الى
أعلا أثناء انزال الخازوق ومن الخوازيق ما تشطف فيه أسياخ التسليح أو
تسنن كما انها قد ترتبط بأربطة أفقية على مسافات رأسية قريبة من بعضها
وتجهز بقدم محدد من الزهر الصب وأغلب هذه الطرازات مجهزة بمواسير من
الحديد بوسطها داخل ثقب لاستعمال النافورة المائية كما سبق ان اسلفنا
وتكون هذه المواسير عادة من قطر ٤ تسلب الى ٢ عند قدم الخازوق
ومنها ما هو مجهزة بأربعة فوهات أخرى خلاف الفوهة التي عند قدم الخازوق
وتكون الاربعة فوهات مقلوبة الى أعلا ومتصلة بالماسورة التي في وسط
الخازوق لغرض القاء الماء الى أعلا لتقليل مقدار الاحتكاك حول جسم
الخازوق والتربة المحيطة والشكل ١٨٨ يبين ثلاثة انواع لخوازيق خرسانية
مسلحة والشكل ١٨٩ يبين ثلاثة مساقط أفقية لخوازيق بوسطها ثقب
لتقريب الماء الدافق

صنع الخوازيق السابق تشكيلها

تصب الخوازيق في قوالب أفقية أو رأسية من الصلب أو الخشب فإذا أريد استعمال الخرسانة بعد مضي وقت قصير فيستعمل اسمنت من السريع



شكل ١٨٨



شكل ١٨٩

التجمد وفي البلاد الباردة تعالج الخرسانة بالبخار الحر لسرعة تجميدها ثم تحفظ لمدة تتفاوت من ٤ الى ١٢ يوم تبعا لبرودة الجو قبل دقها

وإذا صبت الخوازيق في قوالب أفقية فتزال جوانبها بعد مضي يوم أو يومين من صب الخرسانة ثم يبقى الخازوق في وضعه نحو اسبوع ويلاحظ أن يستمر في رشه بالماء أثناء الصيف وإذا كان الطقس حاراً جداً فيجب وقاية الخرسانة من الشمس بتغطيتها بأى موصل ردىء وبعد ذلك تكوم الخوازيق لتمام تجفيفها مدة ثلاثة أو أربعة أسابيع قبل دقها ومتى دقت يمكن البناء عليها مباشرة

ويجب أن توضع أسياخ التسليح في مواضعها الصحيحة من القوالب بواسطة تعاليقها ووضع فواصل بينها لحفظها في مواضعها المعينة في التصميم وبحسن عمل التسليح وربطه ببعضه بحيث يكون شبه قفص قبل وضعه داخل القالب حتى لا يسهل زحزحته من مكانه

وتكون خرسانة الخوازيق عادة من كيل من الاسمنت البورتلندي وكيلين من الرمل ٩ أربعة من الحصى وقد تستعمل خرسانة من ٣:٢:١ ويجب أن لا يمر الحصى من حلقة قطر أكبر من ٢ سم وحيث أنه وجد أن ماء البحار المالح له تأثير مئلف على الخرسانة المسلحة فيجب إذا استعملت خوازيق خرسانية مسلحة في ماء مالح ملاحظة العناية التامة في صنع الخوازيق وخطط الخرسانة لها واستعمال خرسانة أكثر دسماً بنسب ٣:١:١ مثلاً ويجب أن تغطى أسياخ التسليح بخرسانة سمك ٣ على الأقل وتختلف أقطار الخوازيق من ٢٥ سم إلى ٦٥ سم ولكن في النادر تكون أقل من ٣٠ سم أو أكبر من ٤٥ سم أما أطوالها فتختلف غالباً من ٦.٠ متر إلى ١٢ متر وقد تختلف من ٢.٤٠ م إلى ٢٢.٠ متر

تصميم الخوازيق السابق تشكيلها

تصمم أسياخ التسليح لمقاومة الجهود التي تنشأ عن رفع الخازوق من وضعه الأفقي لنقله ووضعها بين دليل آلة الدق وللمقاومة الجهود التي تنشأ عن الاحمال المحمل بها الخازوق أيضاً وكبر الجهود على الأسياخ الطولية تحدث

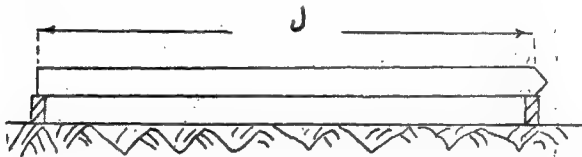
عند رفع الخازوق من وضعه الافقى وخير ما يعمل لتقليل الجهود التى تنشأ أثناء رفع الخازوق هو أن يربط من نقطة تقرب من ثلثه الأعلا ويكون عندها عزم الانثناء الموجب مساويا لعزم الانثناء السالب وعادة يترك مواسير داخل جسم الخازوق أثناء صبه لهذا الغرض والنقطة التى يتساوى فيها عزمى الانثناء هى على بعد ٣٤ر٥٪ من طول الخازوق من طرفه الأعلا ويعادل كل من عزمى الانثناء فى هذه الحالة $\frac{1}{17}L$

إذا كان $W =$ ثقل الخازوق

$L =$ طول الخازوق

وقد تصمم الاسياخ من عزم الانثناء الناشئ عن وضع الخازوق الافقى وهو يساوى $\frac{1}{17}L$ ولكن هذا يعطى نتائج مبالغاً فيها للخوازيق التى طولها أكبر من ١٢ متراً

والشكل ١٩٠ يبين خازوقاً فى وضعه الافقى ؟ الشكل ١٩١ يبين خازوقاً مرفوعاً من نقطة عند الثلث من رأسه ويبين كلا من عزم الانثناء الموجب والسالب



شكل ١٩٠

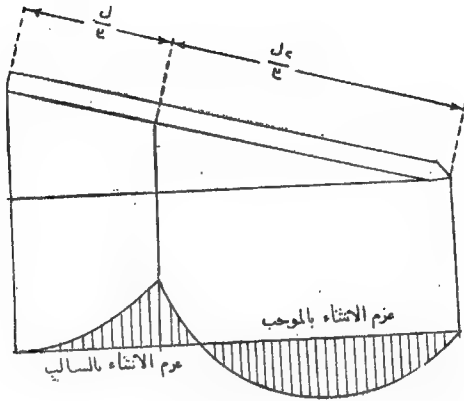
مثال تطبيقى - فإذا فرضنا أن $E =$ عزم الانثناء

$W =$ أحد أضلاع قطاع الخازوق

$W =$ البعد من سطح الخازوق لمحور التسليح

المقابل

فإذا كان قطاع الخازوق مربعاً فإن سطح التسليح



شكل ١٩١

$$\frac{ع}{٥٨٨٠} = \nu$$

ويجب أن تكون أسياخ التسليح الطولى على مسافات متساوية فيما بينها والخوازيق التى من أطوال كبيرة جداً ترفع وربطها من نقطتين على شكل لجام (Sling or Bridle) ويجب أن يزداد فى التسليح الطولى فى الجزء المتوسط من الخازوق فى نظير الجهود التى تنشأ عن الاهتزازات باضافة ١٠٠٪ على وزن الخازوق الا اذا اعتنى بمناولة الخازوق ورفع بحيث تقلل الجهود الناشئة عن عزم الانثناء فيكتفى باضافة ٥٠٪.

ونسبة مسطح أسياخ التسليح الى قطاع الخازوق تختلف من ٦٪ الى ٨٪ والتجارب دلت على حدوث شروخ شعرية أثناء مناولة الخازوق عند ما تكون نسبة مسطح التسليح أقل من ١٪.

أما قطاع رأس الخازوق فيصمم على أن يقاوم جهود الضغط الناشئة عن الحمل الذى سيجمل به ووحدة الجهد المسموح تختلف حسب نسب الخرسانة المستعملة ونسب مسطح التسليح لمسطح الخرسانة وطريقة التسليح نفسها.

وكذا حالة الحمل نفسه

أما اذا استعمل خازوق مسلوب فالقطاع الخطر والذي يجب أن يحسب لمقاومة جهود الضغط فليس هو رأس الخازوق وإنما هو قطاع تحت سطح الأرض بمسافة ما

وفي حالة ما يكون الخازوق لاختراق تربة صلبة فإن الدق يكون شديداً وعلى ذلك يجب أن يزداد قطاع الخازوق أو أن تجعل نسبة الاسمنت في الخرسانة اكبر من المعتاد وخصوصاً عند رأس الخازوق لمقاومة الجهود التي تنشأ عن شدة الدق

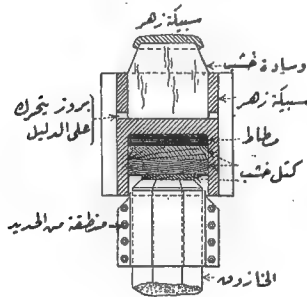
أما في حالة ما تعمل الخوازيق عمل الأعمدة فتصمم على أنها أعمدة والخوازيق التي تستعمل تحت الحوائط الساندة أو في الأوضاع الأخرى التي تكون فيها معرضة لجهود مائلة بخلاف الاحمال الرأسية فيجب حساب الخوازيق المسلحة لمقاومة الجهود المائلة وما يترتب عليها من عزم انثناء وفي هذه الحالة يجب عمل قطاع الخازوق في الجزء الاعلا على الاقل منتظماً أي لا يسلب الخازوق في جزئه الأعلى وللإقتصاد في تصميم الخازوق الخرسانى يجب أن لا يحمل بأقل من ٣٥ طن الى ٦٠ طن معتمداً على قطاعه وطوله ونوع التربة حوله

دق الخوازيق الخرسانية السابق تشكيلها

الاجهزة التي تستعمل في دق الخوازيق الخرسانية المسلحة السابق تشكيلها يجب أن تكون متينة نظراً لكبر ثقل الخوازيق وكذا ثقل المطارق ويختلف ثقل الخوازيق من ٢ طن الى ٨ طن فيجب والحالة هذه تصميم أدلة وأبراج آلات الدق لتقاوم الجهود العظيمة التي تنشأ من سحب ورفع مثل هذه الأثقال وكلما سمحت الظروف يحسن انزال الخوازيق بالنافورة حتى تكون مهمة المطرقة ثانوية وفي هذه الطريقة ضمان كبير لسلامة الخازوق وعدم إحداث تلف برأسه بتوالى الضربات عليه وكذا في استعمالها اقتصاد كبير في الوقت والطاقة

وآلات دق الخوازيق الخرسانية هي نفس آلات دق الخوازيق الخشبية غير أنه وجد أن المطارق الخفيفة التي تستعمل لدق الخوازيق الخشبية لا تنفي بغرض دق الخوازيق الخرسانية ويكون استعمالها غير اقتصادي لانه باستعمالها يجب استعمال سقطات كبيرة نظراً لزيادة ثقل الخازوق الخرساني عن نظيره للخازوق الخشبي واستعمال سقطات كبيرة مما يؤدي الى فقد جزء كبير من الطاقة في عمل غير مفيد بل عمل مئلف

وقد دلت التجارب على أن دق الخوازيق الخرسانية بمطارق البخار يتطلب وقتاً أقل مما يتطلبه دقها بمطارق السقطة وكذا يحدث لها تلف أقل مما يحدث عن دقها بمطارق السقطة فاذا استعملت مطارق السقطة فيحسن استعمال مطارق ثقيلة مع سقطات صغيرة وعند ما تستعمل مطارق السقطة التي من وزن ٣ طن الى ٥ طن فيحسن أن لا تزيد السقطة عن ٢٥ متر



شكل ١٩٢

وعند ما يتعذر استعمال النافورات لتسهيل عملية انزال الخوازيق فيجب اتخاذ الاحتياطات اللازمة لوقاية الخازوق أثناء الدق فتستعمل أغطية للرؤوس وفي بعض الأحيان تجهز المطرقة بفرش من الجبال أو جلد السيور أو باكياس من التشاره تحت كتل لتعمل كوسادة لوقاية رأس الخازوق والشكل ١٩٢ يبين غطاء لرأس الخازوق

وقد دلت التجارب على أنه إذا روعي تخفيف الخازوق تماما وتجمدت خرساته قبل دقه فإنه يقاوم ضربات المطرقة دون استعمال وقاية ما مع حدوث تلف قليل إذا كان الدق بحالة ملائمة وليس شديدا

ووجد من نتيجة مشاهدات عن دق خوازيق في تربة طينية صلبة أن التربة اندمجت بتأثير دق جملة خوازيق لدرجة كبيرة حتى أن ٥٠٠٠ دقة من مطرقة بخار كانت لازمة لانزال الخوازيق الى عمق ٢٠ قدم ووجد أن الخوازيق القليلة التي تكسرت لم يمتد الكسر فيها لأكثر من ١٨ بوصة تحت رأس الخازوق واذن فمن الضروري بعد دق الخازوق تكسير جزء منه بطول كاف وتعرية الاسياخ ثم تعديلها بحيث تكون مستقيمة تماما ثم ثنى أطرافها العليا على شكل خطاف لغرض وصلها باسياخ تسليح الأساس

ويجب ملاحظة أن الجزء من الخازوق الذي يكسر يكون شاملا لكل التلف والشروخ التي حدثت بفعل ضربات المطرقة

والخوازيق الخرسانية المسلحة التي يتم تجمدها قبل دقها تتحمل عدة مئات من الضربات لمطرقة سقططة وزن ١٥٠٠ طن وبسقطات تختلف من ٣ الى ١٠ متر دون أحداث تلف كبير

أما الخوازيق التي لم يتم تجمدها ولا تخفيفها والتي تسمى عادة بالخوازيق الفجة (Green) فيجب بذل عناية فائقة أثناء رفعها ومناولتها ويجب تحديد مدى السقطات بحيث لا يزيد عن ٢٥ م ولا يخفى ما في ذلك من عطل وزيادة كبيرة في التكاليف

فلذا يجب انتظار المدة الكافية لتخفيف الخوازيق وتجمدها تماما وبصفة عامة فدق الخوازيق الخرسانية يتطلب وقتا أطول من الوقت اللازم لدق الخوازيق الخشبية وذلك لأن الخوازيق الخرسانية كما سبق أن بينا أثقل بكثير من الخوازيق الخشبية ولأن أجهزة الدق للخوازيق الخرسانية أثقل من نظيراتها للخوازيق الخشبية وكذا المسافات التي تكون عليها الخوازيق الخرسانية من بعضها أكبر من نظيراتها في الخوازيق الخشبية

ويمكن دق الخوازيق الخرسانية في جميع أنواع التربة التي تدق فيها الخوازيق

الخشبية مع قلة الاضرار الناشئة عن الافراط في الدق وقد يستدعى الحال كسر جزء من طول الخازوق بما في ذلك أسياخ التسليح اذا تعذر دق الخازوق بكامل طوله

الخوازيق الخرسانية التي تصب في أما كنها من التربة

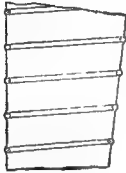
(الاعمدة) ويعبر عنها بالآبار أيضا

هذه هي الخوازيق التي تصب في الموضع المحدد لها من التربة وذلك بثقب الأرض وصب الخرسانة في الثقب ويوجد طرازات وأشكال مختلفة وكلها محتكرة ويختلف كل طراز عن الآخر في الأجهزة التي تستعمل وفي كيفية صب الخرسانة

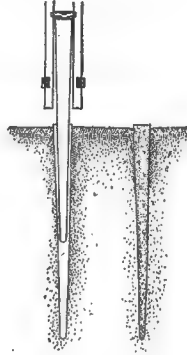
خازوق (رايموند) — يدق في التربة جسم مسلوب على شكل قمع من الصلب وهذا القمع قابل للتطبيق Collapsible Steel Core فيلبس القمع غلاف أثناء دقه وبعد ازالة الغلاف والقمع يصير تطبيق القمع ورفع ويبق الغلاف في التربة ثم يملأ الغلاف بالخرسانة ونظرا لأن القمع كبير الثقل فتستعمل آلات متينة للدق تجهز بمطارق بخار ذوات أوزان كبيرة وطول الغلاف عادة نحو ٣ متر ويسلب في طوله وله قدم مغلق في نهايته السفلى والغرض من استعمال الغلاف هو منع اختلاط التربة والماء بالخرسانة وليقوم بوظيفة القالب الذي يحفظ شكل الخرسانة حتى يجمد وقبل صب الخرسانة في الغلاف يجب الكشف على داخله بواسطة مصباح كهربائي ينزل داخل الغلاف أو بواسطة انعكاس أشعة الشمس لداخل الغلاف باستعمال مرآة ومقاومة الضغوط الجانبية والتي قد تؤدي الى هدم الغلاف قبل اتمام ملئه بالخرسانة يسلب الغلاف بسيخ قطر ١٢ يلف حلزونيا حول الغلاف وتختلف نسب الخرسانة المستعملة من ١ : ٢ : ٤ الى ١ : ٣ : ٥ حسب ظروف كل حالة والمستحب أن تكون الخرسانة ذات قوام ظاهر فيه البلل

والشكل ١٩٣ يبين خازوق رايموند الشكل ١٩٤ يبين التسليح الذي في الغلاف والحصى الذي يستعمل يختلف من ١٢ الى ١٦ وفي بعض الحالات يستعمل تسليح طولى للخرسانة وغالبا تستعمل أسياخ قصيرة لربط الخوازيق بالاساس

إذا لم تستعمل أسياخ التسليح ومن الواضح أن السبخ الحزوني الملفوف حول الغلاف يعمل عمل التسليح الجانبي للخازوق والابعاد الشائعة للخوازيق (رايموند) هي أن يكون من قطر ٥٠ سم عند الرأس لاطوال من ٦٠٠ الى ٩ متر ٤٥ سم عند الرأس لاطوال من ١٠ متر الى ١٢ متر على أن لا يقل قطر القدم عن ١٥ سم للخوازيق القصيرة ٢٠ سم للخوازيق الطويلة



شكل ١٩٤



شكل ١٩٣

والمميزات التي يمتاز بها هذا الطراز عن غيره هي
١ — الاقتصاد المسبب عن سلب الخازوق أى تصغير قطاعه عند قدمه بحيث أن قطاع الخازوق عند قدمه أصغر منه بكثير في أى خازوق من طراز آخر إذا تساوى في قطاعي رأسهما ولذلك فإن الحد الأقصى لاطوال الخوازيق التي من طراز رايموند أقل منه في الخوازيق الأخرى ولا يزيد طول خوازيق رايموند عن ١٣ متر إلا قليلا لأن قطاع قدم الخازوق يكون صغيرا جدا

٢ — السرعة التي تدق بها الخوازيق

٣ — اختبار قوة تحمل التربة برصد سلوك القمع والغلاف أثناء دقهما وأخذ البيانات اللازمة عن مقاومة التربة للاختراق ومقدار معدل الاختراق

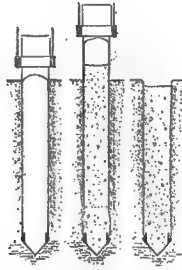
فى الضربات الاخيرة للمطرقة

٤ — سهولة دق الغلاف فى الطبقات الصلبة والتى يتعذر دق الخوازيق الأخرى فيها وذلك بمساعدة القمع الصلب

٥ — سهولة مشاهدة حالة الخرسانة أثناء صبها وبعد الانتهاء من صبها

٦ — هذا الطراز هو الطراز الوحيد الذى يمكن أن تبرز رأسه فوق سطح الارض دون استعمال قوالب خاصة قد تتكلف كثيرا

العيب الوحيد فى هذا الطراز هو عدم صلاحيته لاستعمال النافورات ودائما يدق بالمندالة حتى فى انواع التربة التى يصعب فيها الدق كالرمال والحصى والتى تنزل فيها الخوازيق عادة بالنافورات وهذا يعرض الخوازيق المجاورة والحديثة الصب الى اهتزازات تؤدى الى تلفها فضلا عن ضياع وقت طويل و طاقة كبيرة المقدار فى عملية الدق



شكل ١٩٥

طراز السمبلكس — يدق فى التربة ماسوره من الصلب (غلاف) غالبا يكون قطرها الداخلى ٤٠ سم وسمكه $\frac{3}{4}$ والماسورة مجهزة عند نهايتها السفلى بقدم إما من حديد الزهر او من الخرسانة أو بفكين وهذا ان الفك ان يكونان مغلقان تماما اثناء دق الغلاف وعندما يتم دق الغلاف وانزله الى المنسوب المقرر يبدأ بملء الغلاف بالخرسانة كما هو مبين بالشكل ١٩٥ مع رفع الغلاف تدريجيا وفى اثناء ذلك يفتح الفك من تلقاء نفسيهما تحت تأثير ثقل الخرسانة

لانها يتصلان بالغلاف بمفصلات ويجب ملاحظة أن تكون الماسورة بطوله الخازوق المطلوب دقة على الأقل وأن تكون آلات الدق متينة وقوية ومجهزه باجهزة تسمح بسحب الغلاف من التربة فإذا كان الغلاف مجهزا بقدم من الحديد أو الخرسان

فيترك القدم في التربة تحت الخرسانة أما اذا كان مجهزا بفكين فإن الفكين يرتفعان مع الغلاف لانها متصلان به ويطلق على الفكين (فك التماسح) ومتى فتح الفكان تسقط الخرسانة التي بداخل الغلاف

وفي بعض الحالات يملأ الغلاف بالخرسانة مع سحب الغلاف تدريجيا دون ذلك الخرسان وفي حالات أخرى يصير ذلك الخرسان بمطرقة كلما القى بكمية منها داخل الغلاف ثم يسحب الغلاف ويلقى بكمية أخرى فتضغط بذلك التربة المحيطة ويزيد قطر الخازوق عن قطر الغلاف وبذلك يتكون مسطح تحميل اكبر من مسطح قطاع الغلاف عند قدم الغلاف وتستعمل خرسانة ١: ٢: ٤: ويكون الحصى من مقاس ٢٢ وتكون الخلطة ذات بلل معتدل وامتيازات هذا النوع هي

دك الخرسانة بمطرقة يجعلها تتغلغل في سطح التربة المحيطة والغير منتظمة الشكل ولا مستوية فيزيد بذلك مقدار الاحتكاك عن نظيره في أى طراز آخر وحيانا تصبح التربة المنضغطة كأنها جزء من الخازوق وبذلك يصبح سطح الاحتكاك أكثر انتظاما

وفي التربة الرخوة لدرجة كبيرة والتي تنهار مباشرة عقب سحب الغلاف يجب استعمال غلاف آخر يكون بمثابة قالب ويكون من الصلب الخفيف وله قطر اصغر فيدق الغلاف الاكبر ثم يلقى بجزء من الخرسانة داخله كسدادة ثم يصير انزال الغلاف الاصغر داخل الغلاف الاكبر مباشرة ثم يجذب الغلاف الاكبر بعد ملى الغلاف الداخلى بالخرسانة وبديهي أن الفراغ الذي سيترك بين الغلاف الاصغر والتربة بعد سحب الغلاف الاكبر سيملا بانسيار التربة حول الغلاف الاصغر واحتلالها للفراغ الذي كان يشغله الغلاف الاكبر

وقدرة آلة الدق على سحب الفسلاف هي التي تحدد الطول الأقصى للخوازيق والمعروف أن طراز سبيلكس في انواع التربة الصلبة المماسكة ارخص كلفة من الطرازات الاخرى

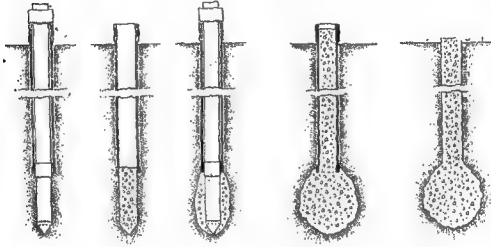
الحازوق ذو القاعدة Pedestal Pile

هو طراز سبيلكس ادخل عليه بعض تعديلات باضافة قاعدة على شكل بصلة (Bulb) عند قدم الحازوق وهي من اختراع المستر (هنلى أبوت) والغرض من جعل القاعدة على هذا الشكل هو زيادة مسطح التحميل وفضلا عن ذلك فإنه يمكن الاستفادة بقوة تحمل اكبر لأن قوة تحمل التربة تزداد كلما زاد العمق

والأجهزة التي تستعمل في هذا الطراز مثل التي تستعمل في طراز السبيلكس ماعدا القدم أو الفكين فيستعمل في حالة طراز هنلى أبوت غلاف مفتوح من أسفله يلبس لاسطوانة من الصلب على شكل كباس بحيث أن القطر الداخلي للغلاف يتفق مع القطر الخارجى للاسطوانة وتكون الاسطوانة أطول من الغلاف بحيث تبرز قدمها عند قدم الغلاف بنحو ٢٠ سم الى ٥٠ سم ونهاية الاسطوانة العليا ذات قطاع أكبر من قطاع رأس الغلاف بحيث ترتكز عليها أثناء الدق والشكل ١٩٦ يبين ذلك

والمعتاد أن يكون قطر الغلاف الداخلى ١٦" ومن صلب سبك ٣٠ ويبدأ بدق الغلاف والاسطوانة معا كجسم واحد في التربة ثم تسحب الاسطوانة وتوضع كمية من الخرسانة داخل الغلاف ثم تستعمل الاسطوانة ككباس لدك الخرسانة فتتضغط التربة جانبا وعند ما يلقى من الخرسانة ما يكفي لتكوين القاعدة تصب الخرسانة ويستحب الغلاف ويستعمل في هذا الطراز خرسانة ١ : ٢ : ٤ عادة وإذا استعملت مواسير قطر ١٦" فإن قطر قاعدة الحازوق يكون ٩٠ سم وتكون ذات مكعب نحو نصف متر من الخرسانة ولكن هذا يختلف تبعا لطبيعة التربة

فإذا كانت التربة على جوانب الغلاف تختلف في مقدار مقاومتها للانضغاط كأن يكون أحد الجوانب أقوى ومقاومته للانضغاط أكبر فأن شكل القاعدة يكون غير منتظم ولا متماثل بنسبة محور الخازوق ويتسبب عن ذلك أن رد الفعل على القاعدة يكون غير مركزي (Eccentric)



شكل ١٩٦

طريقة كمبرسول

عبارة عن عمل ثقب في التربة بدكها بواسطة مطرقة سقطلة على شكل مخروطي فتضغط التربة جانبا ثم يملأ الثقب بالخرسانة أو بالرمال وتفضل الخرسانة وتلك الخرسانة بمندالة

وفي حالات التربة الرخوة يستعمل غلاف لحفظ شكل التربة ومنع انهيارها وبعد عمل الثقب للعمق المناسب تملأ الخرسانة وتلك ويسحب الغلاف تدريجيا

طريقة استروس

تشبه طريقة الكمبرسول ولكن ثقب التربة في هذه الحالة لا يكون بواسطة دكها بمطرقة بل بواسطة ازالة التربة بماصة الحماة (Sludge Pump) أو باى وسائل أخرى للثقب تبعا لطبيعة التربة وما يلائمها من وسائل للثقب ثم يملأ الثقب بالخرسانة وتلك الخرسانة بمطرقة دكا جيدا وهذا يزيد في مقدار مسطح قاعدة الخازوق وتختلف الزيادة تبعا لقابلية التربة للانضغاط

المعبر عنه في الرسم بانجحتر الخرسانة بعد وضع كمية من الاسمنت اللباني بداخله وذلك بفتح المحابس الموصلة له وكذا تفتح المحابس الموصلة من خزان الخرسانة الى الغلاف فتضغط كمية الاسمنت اللباني داخل التربة وتتملاء مسام التربة حتى لا تمتص مياه الخرسانة وموتها ثم توضع الخرسانة داخل الخزان وتضغط بقوة الهواء المضغوط الى داخل الغلاف لتكوين قاعدة تحت قدمه بحيث يكون مسطحها اكبر من مسطح قطاع الغلاف بسبب انضغاط التربة التي حولها والاسمنت اللباني والقاعدة يكونان أيضا بمثابة سدادة لمنع المياه التي ترشح من قاع الثقب ثم تلقى الخرسانة وتضغط بالهواء المضغوط الى داخل الغلاف ويلاحظ ان الغلاف يرفع أثناء القاء الخرسانة بفعل الهواء المضغوط على غطاء الغلاف وكلما ارتفع الغلاف ضغطت الخرسانة في التربة المجاورة وهذا يزيد في قطر الخازوق عن قطر الغلاف تبعاً لمقاومة التربة بالانضغاط وقد يزيد قطر الخازوق الى أن يصبح ضعف قطر الغلاف

أنواع أخرى من الخوازيق

ويوجد أنواع أخرى مماثلة لما سبق شرحها وأحياناً يستعمل الحقن بالاسمنت اللباني وسليكات السودا حول الخازوق بعد الانتهاء من صبه ويكون الحقن على بعد متر من محور الخازوق وفي ارتفاع مترين من قدم الخازوق والغرض من ذلك هو ملئ مسام التربة المحيطة بالخازوق وملئ مسام خرسانة الخازوق نفسه ولكن ذلك لا ينجح الا في التربة المسامية كالحصا والرمال الحرة أما في التربة المندمجة فأن هذه الطريقة عديمة الاثر

عيوب الخوازيق التي تصب في أماكنها من التربة

أهم الاعتراضات الموجهة الى هذه الخوازيق هو الاضرار والتلف الذي يصيب الخوازيق السابق دقها والتي لم تحف ولم تتماسك بعد وذلك بسبب الضغوط

التي تنشأ عن دق الغلافات أو القوالب للخوازيق المجاورة وحتى اذا تركت الغلافات في الثقوب فان هذا لا يمنع من احتمال حدوث اضرار بالخوازيق السابق دقها مع وجود الغلافات حولها وذلك لأن دق الغلافات المجاورة يكون في الوقت الذي تبدأ فيه هذه الخوازيق تماسكها وقبل أن يتم هذا التماسك فيتسبب عن ذلك اهتزازات فضلا عن الزيادة في ضغط التربة على الخوازيق السابق دقها بسبب انضغاطها بدق الغلاف المجاور وقد أجريت جملة اختبارات لمعرفة حالة الخوازيق بعد دقها وذلك بالحفر حولها

ففي إحدى الحالات وجد أنه حدث تلف بالخوازيق كان منشؤه أن التربة من نوع شبه سائل فوجدت طريقها بين طبقات الخرسانة التي كانت تلقى لتكوين الخازوق وبذا قسمت الخازوق الى جملة أجزاء يفصلها عن بعضها نوع من التربة الرديئة

وفي بعض حالات أخرى وجد أن الخوازيق قد انثنت وانحرفت عن وضعها كما أنه وجد في بعض الحالات أن قطاعات الخوازيق قد صغرت بنسب تختلف من ٢٠٪ الى ١٠٠٪.

وفي إحدى الحالات وجد أن الاسمنت لم يماسك بسبب تفاعل كيميائي بينه وبين الماء الجوفي

ووجد أن دق الخوازيق في مكان تختلف فيه طبقات التربة من حيث صلابتها وقابليتها للرشح يجعل الخازوق عرضة للتلف مالم يحفظ في غلاف يترك في التربة ويرجع ذلك الى رشح المياه من بعض الطبقات التي تحويها وكسح كميات من الاسمنت قبل شك الخرسانة كما أن الرطوبة الموجودة في الاسمنت واللازمة لتمامه قد تتسرب الى بعض طبقات التربة الاخرى الغير قاطعة للماء واذا رؤى ضرورة عمل تسليح لأي من الانواع السابقة فيفضل عمل التسليح دفعة واحدة على شكل قفص ثم يدلى باعتناء داخل الثقب وفي مكانه تماما وذلك أضمن من وضع أسياخ منفصلة

Compound piles الخوازيق المركبة

قد استعملت خوازيق خرسانية مفرغة سبق أن صبت في قوالب وبعد دفا مليء فراغها بخرسانة من نوع ضعيف وتكون هذه الخوازيق عادة من قطاع كبير للاقتصاد في عدد الخوازيق ويكون زفعها بواسطة الجمة Slings لتقليل الجهود الناشئة عن عزم الانثناء

وقد استعملت أنواع أخرى مكونة من اجزاء خرسانية مسلحة ومفرغة انزلت داخل غلاف من الصلب له قدم من الزهر يترك في الثقب ثم يملأ الغلاف الخرسانى المسلح بخرسانة وينزع الغلاف الصلب كما وانه استعملت خوازيق خشبية لغاية منسوب الماء الجوفى واكمل باقى طول الخازوق بخرسانة ولكن هذا النوع غير مستحب

انتخاب نوع الخوازيق الخرسانية

يجب أن ينتخب نوع الخوازيق لكى يلائم الظروف الملازمة لكل حالة فيدرس الموقع وطبيعة التربة وذلك لضمان أمن الأساسات والمباني مع أقل تكاليف ممكنة واستعمال نوع من الخوازيق لا يلائم الحالة هو أحد أمرين اما اسراف في التكاليف دون مقابل أو تهاون في ضمان سلامة البناء فإذا كانت الخوازيق ستحمل منشآت في مجرى مائى أو فى البحار أو المحيطات كما هو الحال فى بغال الكبارى وفى أحواض المراكب وأرصفت الموانئ فأن الخوازيق فضلا عن انها تعمل عمل الأعمدة فهى معرضه للجهود التى تنشأ عن عزم الانثناء ويجب أن تصمم على أن تقاومها ولذا فالخوازيق السابق صلبها هى أصلح الانواع لمثل الأعمال السابق بيانها ويجب أن يعمل الجزء البارز منها فوق الأرض بقطاع غير مسلوب وفى بعض الحالات يعمل الخازوق فى كامل طوله غير مسلوب

تأثير سلب الخوازيق

جعل الخازوق مسلوباً أو على شكل خابور (Tapered) له أهميته في الأراضي الرملية والتي يعتمد فيها على المقاومة بالاحتكاك فقط فأذا فرضنا خازوقين أحدهما مسلوب والآخر ذو قطاع منتظم ولهما طول واحد وحجم واحد وقارنا بين تأثيرهما على التربة

أما الخازوق المسلوب فبدقه في التربة يتسبب ضغطها في جزئها الأعلى بدرجة أكبر مما تضغط به التربة في الجزء الأسفل وذلك لأن سطح الخازوق المتصل بالتربة في الجزء الأعلى وقطاعه أكبر من نظيريهما في الجزء الأسفل وينشأ عن ذلك أن حجم التربة الذي يندمج حول الخازوق يكون في جزئه الأعلى أكبر من نظيره في جزئه الأسفل أي أن حجم الفجوات الذي يملأ في التربة في الجزء الأعلى أكبر من نظيره في الجزء الأسفل

وينشأ عن ذلك أن دق الخازوق المسلوب يزيد في قوة تحمل التربة عند سطح الأرض بنسبة أكبر من التي يزيد بها قوة تحمل التربة عند قاعدة الخازوق وفي الوقت نفسه يجعل سطح التحميل عند قدم الخازوق أصغر منه في الخوازيق المنتظمة القطاع

ولما كان الاعتماد هو على قوة تحمل التربة عند قدم الخازوق لأن قوة تحمل التربة عند سطح الأرض مهددة دائماً بالنقصان بفعل عوامل كثيرة منها ١ - الحفر لأعمال مجاورة لاعمق صغيرة فهذا يقلل التربة ويضعف قوة تحملها في الجزء الأعلى من الخازوق

٢ - مياه الفيضانات تقلل من قوة تحمل التربة بالقرب من سطح الأرض فالاعتماد إذن على قوة تحمل التربة بالقرب من سطح الأرض يعرض المنشآت للخطر

أما الخوازيق المنتظمة القطاع فأن مسطح التحميل فيها يكون عند قدم الخازوق أكبر من نظيره في القطاع المسلوب كما وأن تأثير ضغطه للتربة

يكون منتظما حيث أن جسم الخازوق منتظم
أما تأثير الخازوق المسلوب على المقاومة بالاحتكاك فإنه نظرا لكبر محيطه
في جزئه الاعلا عن جزئه الاسفل فمقدار الاحتكاك في الجزء الاعلا يكون
نسبة كبيرة من مجموع قوة الاحتكاك المقاومة وعليه فوجود طبقة رملية من
التي يعتمد عليها في المقاومة بالاحتكاك بالقرب من سطح الارض مما يغري
على دق خوازيق مسلوقة لاستغلال هذا المقدار الكبير من الاحتكاك
وهذا بخلاف الخوازيق المنتظمة القطاع فأن توزيع المقاومة بالاحتكاك
في طول الخازوق يكون منتظما حيث أن محيط قطاعه منتظم
اما اذا كانت الرمال معرضة للنحر بأن تكون في قاع النهر مثلا وكذا اذا
امكن الحصول على الاختراق والاحتكاك اللازمين دون سلب الخازوق
فيحسن استعمال خازوق منتظم القطاع

امتيازات الخوازيق السابق تشكيلها

للخوازيق السابق تشكيلها امتيازات خاصة في انواع التربة الرملية
والرملية الزبئية او في التربة المركبة من رمال وحصا او في التربة الطينية
وبوجه عام في انواع التربة المسامية والكثيرة الفجوات لانه في مثل هذه
الانواع من التربة يسهل استخدام النافورات بنجاح

وللخوازيق السابق تشكيلها امتياز آخر فإنه عندما يخترق الخازوق طبقات
رخوة الى طبقة صلبة يجب تسليح الخازوق لمقاومة الضغوط الجانبية ولذا
يحسن استعمال الخوازيق السابق تشكيلها حيث انها كلها مسلحة وانه من السهل
المحافظة على مواضع الاسياخ اثناء صبها بخلاف الخوازيق التي تصب في
اماكنها فلا يضمن فيها عدم زحزحة التسليح

ويجب ان لا يغرب عن البال انه اذا دقت خوازيق من الخرسانة العادية
في تربة من الطين الجامد (Stiff Clay) ثم حملت الارض بالقرب من
الخازوق باحمال كبيرة فإنه تحدث ضغوط جانبية يتسبب عنها عزم انثناء
كبير لا يمكن لخازوق غير مسلح أن يقاومها بأمان

وقد يصادف المهندس تربة طينية ذات عمق كبير تصبح الطبقة العليا منها رخوة مدة الفيضان بفعل الماء بينما تكون صلبة في زمن التحاريق بحيث يتعذر دق الخوازيق فيها فللتأسيس على تربة كهذه يجب دق خوازيق فيها ولو أن مظهرها في غير زمن الفيضان يدل على أنها تصلح للتأسيس عليها إلا أن هذا مظهر خادع والتأسيس عليها دون دق خوازيق يعرض البناء لخطر التصدع في زمن الفيضان

ولدى خوازيق في مثل هذه التربة في زمن التحاريق يعمل ثقب من قطر مناسب في الطبقة التي يصعب اختراق الخوازيق لها بأحد وسائل الثقب كالملثقاب مثلاً (Auger) أو بالوسائل التي تلائم حالتها ثم تدق خوازيق من السابق تشكيلها بحيث تكون ذات قطاعات متمسكاً بالثقوب التي تعمل لهذا الغرض وحتى لا يوجد فراغ بين الخازوق والثقب يتسرب منه الماء داخل الثقب فيقلل من قيمة عمل الخازوق

فإذا ظهرت المباحث التي تعمل على طبقات التربة وجود طبقة من الرمل الزئبقى أو أنواع أخرى من التربة الرخوة الغير متماسكة والتي تنهار بمجرد حفرها إذا لم تسند ففي هذه الحالة لا تعمل خوازيق تصب في اما كنها إلا اذا ترك الغلاف داخل التربة ولم تنزع لأنه اذا نزعت الغلافات عقب صب الخرسانة فإن ضغط التربة بسبب نزوعها الى الانهيار يتغلب على مقاومة الخرسانة الحديثة فيتلفها وفي هذه الحالة يستعمل غلاف ذو قطاع منتظم لضمان قاعدة تحميل ذات مسطح كاف

اما اذا كانت طبقات التربة العليا من الانواع المتماسكة التي تحفظ نفسها من الانهار ريثما يتم صب الخرسانة وتماسكها فإنه يمكن استعمال خوازيق تصب في اما كنها مع نزع الغلاف تدريجياً

فإذا كانت الطبقات العليارخوة ومعظم التحميل على الطبقة الصلبة التي يتركز عليها قدم الخازوق فيجب تكبير قطاع الخازوق عند قدمه كما هو الحال في خوازيق

(هنلى ايت) وفي حالة كنهه يحسن تسليح الخازوق ويلاحظ عدم استعمال هذا النوع إلا اذا كانت التربة متجانسة حول الخازوق خوفا من تأثير القوة الغير مركزية وكل الخوازيق التي تصب في أما كنها تحتاج الى تحفظات خاصة فلا يدق غلاف أو قالب الخازوق ما على مسافة معينة من خازوق سبق دقه قبل أن يتم هذا الخازوق من جفافه وبماسكه

وفي الأراضي الجامدة الكبيرة المقاومة للانضغاط الجاني (Tough, leathery) والتي ترتفع ذراتها الى أعلا بسبب دق خوازيق مجاورة فانه من الخطر أن يستعمل فيها خوازيق من التي تدق في أما كنها وفي مثل هذه التربة تستعمل الخوازيق بقطاع منتظم

وفي الأراضي القابلة للانضغاط ولكنها ليست رخوة في الطبقات العليا والتي تزداد درجة صلابتها كلما زاد العمق فيمكن استعمال أى نوع من أنواع الخوازيق فيها بتحفظات ملائمة مع ملاحظة جعل الخوازيق ذات قطاع منتظم وذلك لضمان مسطح تحميل أكبر عند قدم الخازوق وفي الوقت نفسه لضمان أكبر مقدار من مقاومة الاحتكاك عند الجزء الأسفل من الخازوق

فإذا كانت التربة رخوة الى عمق كبير ولكن درجة رخاوتها تقل ببطء كلما زاد العمق بحيث أن الخازوق يعتمد على وجد التقريب في مقاومة الاحمال على الاحتكاك فقط ففي هذه الحالة يوجد عاملين يحددان ما اذا كان استعمال خوازيق ذات قطاع منتظم انسب أو استعمال خوازيق ذات قطاع مسلوب وبما أن محيط الخازوق ذى القطاع المنتظم لا يزيد إلا قليلا عن الخازوق ذى القطاع المسلوب اذا تساوى الخازوقين في الحجم والطول فان الخازوق الأول يمتاز بأن نسبة مقاومة الاحتكاك في جزئه الأسفل أكبر حيث ان الاحتكاك أكبر مقداراً من نظيره في الخازوق الثانى

بينما الخوازيق المسلوقة القطاع يمتاز بأن قطاعها عند الرأس أكبر أى ان المسطح الذى ينقل ويوزع الضغوط أكبر من نظيره في الخوازيق المنتظمة القطاع وهذه الخاصية قد تتسلط في تحديد نوع الخازوق الذى يستعمل وبصفة

عامة فالخازوق ذو القطاع المسلوب تكون قوة التحمل فيه على اى عمق متساوية تقريباً فى كامل طوله نظراً لصغر قطاعه كلما زاد عمقه مع زيادة قوة تحمل التربة كلما زاد العمق

والخوازيق السابق صبا تفضل الخوازيق التى تصب فى امكانها لأنه يسمح لها بالمدة الكافية لتجفيفها وتماسكها قبل دقها وفى الوقت نفسه يمكن معايتها ومشاهدتها وأى عيوب فيها تكون ظاهرة ولذلك فالمفروض ان قوة تحمل الخوازيق السابق صبا على وحدة السطوح اكبر من نظيرتها فى الخوازيق التى تصب فى امكانها

ومع كل ماسبق بيانه من تحييد الخوازيق الخرسانية فانه لايزال يوجد مجال لاستعمال الخوازيق الخشبية وبالأخص فى اراضى المستنقعات (Marshyland).

مواصفات للخوازيق الخرسانية

يجب عدم دق الخوازيق قبل مضى ٣٠ يوما من صباها ولذا يجب تمهيرها ووضع توارىخ صبا عليها

يجب ان يكون التسليح كافيا للأغراض السابق بيانها
يجب ان تكون الخوازيق مستقيمة ومقاس ابعادها حسب التصميم
وخالية من الشروخ والتسويس او اى عيوب أخرى

يجب أن تجهز باقدام من الصلب تتصل وتثبت فى أسياخ التسليح
يجب عمل التسليح كله مرة واحدة على شكل تقفيسة ووضعها فى القالب
فى الموضع المحدود لها تماما

يجب زيادة نسبة الاسمنت عند رأس الخازوق بمقدار ٢٥ ٪
يجب أن تغلف الخوازيق التى تصب فى أماكنها بغلافات دائمة تترك
فى التربة لمقاومة الاثر الذى يحدثه دق خوازيق مجاورة ولمنع تأثير المياه
الجوفية على الخرسانة ولمنع هروب مياه الاسمنت فى الطبقات المجاورة.
والخوازيق سواء من السابق صبا أو من التى تصب فى أماكنها يجب

أن تسلح بحيث تقاوم القوى المائلة في حالة ما تستعمل في الاكتاف والحوائط الساندة والعقود

يجب أن يندق كل خازوق الى درجة الامتناع ويجب أن يسمح طول الخازوق بالوصول لهذه الدرجة

إذا أريد دق الخوازيق الى منسوب أوطى من عقب آلة الدق فيستعمل وسيط أو تبع داخل ماسورة ثابتة في مكانها

وتدق الخوازيق بمطارق بخار مجهزة بقائدة تضمن حماية رأس الخازوق يجب دق الخوازيق في المواضع المعينة على المساطب الأفقية

الخوازيق يجب ان تدق رأسية تماماً ماعدا المائلة فيجب ان تدق على الميل المحدد لها

نسب الخرسانة تكون ١ : ٢ : ٤ مالم تستدعي حالة العمل خلاف ذلك يحسن ان تدق الغلافات الدائمة والمجاورة لكل خازوق قبل ملئه بالخرسانة وإذا يجب ان تكون اسماك الغلافات كافية لمقاومة الضغوط التي يحدثها دق غلافات مجاورة

يحسن تسليح الخوازيق التي تصب في اماكنها يجب انزال الخوازيق بالنافورات كلها رؤى ضرورة لذلك

قوانين حساب قوة تحمل الخوازيق الخرسانية

نظراً لكبر ثقل الخازوق الخرساني فيجب ادخاله ضمن قوانين قوة التحمل كعامل يؤثر فيها

ومن هذه القوانين خلاف القوانين الواردة بصحيفة ٢٥٤ قانون (يوتلون)

$$ص ١ = \frac{ع \times ١٢}{(١ + \frac{١٢}{ص})}$$

ص ١ = ثقل المطرق

ص ١٢ = ثقل الخازوق

ع = الارتفاع للسقطة

خ = معدل الاختراق

قانون ريتز

$$\text{أقصى حمل} = \frac{v}{v + 1} \times \frac{12 \cdot v \cdot ع}{خ} + v + 1$$

الخوازيق التي تصب في اماكنها يمكن حساب قوة تحملها من درجة الامتناع التي يصل اليها الغلاف أثناء دقة

قانون بركس لحساب قوة تحمل الخوازيق من واقع البيانات التي تعرض أثناء دق الخازوق وفيما يلي برهان القانون

إذا كان أقصى حمل على الخازوق هو ص

حمل الأمان = ص_١

معامل الأمان = ل

ع = ارتفاع السقطة

و = ثقل المطرقة

و_١ = ثقل الخازوق

و = الجاذبية

فإذا فرضنا أن كلام الخازوق والمطرقة (Non Elastic) وأنهما بعد

أن تصيب المطرقة رأس الخازوق يتحركان بسرعة واحدة (ص_١) مثلاً

فإذا كانت ص_١ هي سرعة المطرقة أثناء سقوطها قبل تصادمها مع رأس الخازوق فإن تصادم الجسمين (Momentum) يكون ثابتاً

$$\text{أى أن } \frac{v}{و} \times م = \frac{و + 1}{و} \times م$$

ولكن الطاقة الناشئة عن الحركة عند ما تصيب المطرقة رأس الخازوق

مساوية للطاقة الوضعية قبل سقوط المطرقة

$$\text{أى أن } \frac{و}{و} \times \frac{م^2}{2} = ع \times و$$

الطاقة التحركية للجسمين بعد التصادم

$$\frac{1}{2} m \times \frac{v^2 + v^2}{2} = ط$$

$$2m \times \frac{1}{2} \times \frac{v^2 + v^2}{2} =$$

$$\frac{v}{v + v} \times \frac{2mv^2}{2} =$$

$$\frac{v}{v + v} \times 2v =$$

وهذه الطاقة تقاوم بالاحتكاك (ع) وفي الوقت نفسه تجعل الخازوق
يخترق التربة فعند الوصول لدرجة الامتناع يكون $ع = ص$
فإذا كان مقدار مقاومة الاحتكاك عند درجة الامتناع $ع = ص$
الاختراق في آخر دقة $خ =$

$$خ \times ص = \frac{v}{v + v} \times 2v = خ \times ع \therefore$$

$$\frac{2v}{v + v} \times \frac{ع}{خ} = ص$$

وباستعمال معامل الأمان ل

$$\left(\frac{2v}{v + v} \right) \frac{ع}{خ \cdot ل} = \frac{ص}{ل} = \text{حمل الأمان}$$

$$\frac{v \cdot ع}{\frac{1}{2} \times \frac{2v}{v + v}} =$$

وهذه المعادلة تلم بكل العوامل المؤثرة ماعدا المرونة وهي تقرب جدا من
النتائج العملية خصوصا في الخوازيق الخرسانية لأن في هذه الحالة تأثير
المرونة يكون صغيرا جدا

ودرجة الامتناع تقاس من آخر ستة ضربات والاعتراض الوحيد الموجه

لهذا القانون المسمى بقانون (بر كس) وكذا القوانين المماثلة له هو أنه يشتمل على وزن الخازوق وهذا عادة غير معروف وعلى ذلك فقانون ولنجتون يفضله

ويحسن عدم الاعتماد على نتائج هذه القوانين وتحميل خوازيق اختبار لمعرفة مقدار قوة تحمل الخوازيق

الاساسات المحملة على خوازيق

اذا كانت قوة تحمل التربة صغيرة جدا بحيث يستدعى الحال عمل أساسات ذات مسطحات كبيرة فمن المستحسن دائماً استعمال خوازيق تدق الى طبقة صخرية أو الى عمق كبير بحيث تقاوم الخوازيق ما عليها من الاحمال بالاحتكاك الجانبي

والفرق في تصميم الاساسات المحملة على خوازيق والاساسات المحملة على التربة ينحصر في أنه في الثانية يقسم الحمل على قوة تحمل التربة لاييجاد مسطح الاساس أما في الاولى فإن رد الفعل لكل خازوق يعتبر كأنه حمل مركز مساو لحمل الأمن المسموح لهذا الخازوق أى يقسم الحمل الكلى (الحمل الدائم مضافا اليه الحمل الحى) على عدد الخوازيق التى ستحمل البناء ويعتبر هذا الحمل كأنه حمل الأمن للخازوق ومن ذلك يحدد قطاع الخازوق وطوله

وتوضع الخوازيق على مسافات بحيث تكون الاحمال الواقعة على كل خازوق مساوية للواقعة على كل من الخوازيق الاخر فإن تعذر ذلك فيجب حساب الحمل الواقع على كل خازوق على حدة وتوصل رؤوس الخوازيق عادة بكر من الخرسانة المسلحة لتوزيع الاحمال توزيعاً منتظماً بقدر المستطاع أو نقل الاحمال الى الخوازيق اذا كانت الكمرات معلقة أما اذا كانت الكمرات مرتكزة على التربة فإن جزءاً من الحمل ينقل الى التربة وبذلك يختلف مقدار الحمل الواقع على كل خازوق وتوصيل رؤوس الخوازيق بكرات يضمن لحد ما منع الهبوط الغير

منتظم فأذا كان في نقطة من البناء حمل مركز كبير المقدار فيصير تحميله على مجموعة من الخوازيق بحيث يصير ما يخص كل خازوق من المجموعة مساو لما يخص كل من الخوازيق الباقية التي تقوم بحمل الاجزاء الباقية من البناء ويعتبر كل الحمل واقعا على الخازوق فقط دون التربة اذا دقت الخوازيق الى طبقة صخرية صماء لان الخوازيق بذلك تصبح غير قابلة للهبوط وبذا لا يحدث ضغط على التربة التي تحت الكمر ويعمل سبك كمر الاساس بحيث يغطى ١٥ سم من رأس الخازوق وهذا الجزء من سبك الكمر يهمل عادة عند حساب مقاومة الكمر ويجب أن تحدد مسافات الخوازيق من بعضها بمقدار ٧٥ سم للخوازيق الخشبية و ٩٠ سم للخوازيق الخرسانية ما لم تدق الخوازيق بحيث تكون الخوازيق المكونة لاجد الصفوف تتدخل المسافات التي بين الخوازيق التي في الصفوف المجاورة فيسمح في هذه الحالة بجعل المسافات بين الخوازيق لا تقل عن ٦٧ سم للخوازيق الخشبية و ٨٢ سم للخوازيق الخرسانية

ويراعى أن تقطع رؤوس الخوازيق الخشبية تحت منسوب المياه الجوفى ويقدر حمل الامن للخوازيق من القوانين الخاصة بذلك والتي تعتمد على البيانات التي يحصل عليها أثناء دق الخوازيق في عمليات التجارب والمتبع أن يفرض أولا مقدار يعتبر كحمل أمن للخازوق ولكن التصميم النهائي للخازوق يعمل من واقع القوانين ويعتبر عادة حمل ٢٠ طن كأنه حمل أمن للخوازيق الخشبية

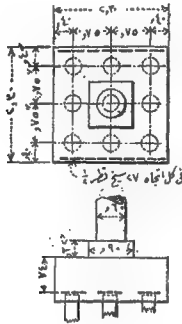
اما الخوازيق الخرسانية فيلاحظ فيها أن لا يزيد حمل الامن عن مقدار يتسبب عنه جهود أكثر من جهد الضغط المسموح للخرسانة العادية والذي يفرض أن مقداره يساوى ٢٨ كجم / سم^٢

مثال تطبيقي

فلنفرض عامودا محملا على خوازيق موضوع فوق رؤوسها فرش تحت قدم العامود كما هو مبين بالشكل (١٩٨)

— ٣١٣ —

$$\begin{array}{rcl}
 \text{شص} = ١٠٠٠ \text{ كجم} / \text{سم}^2 & \text{ضخ} = ٤٠ \text{ كجم} / \text{سم}^2 & \\
 \text{ولتفرض ان الحمل المستديم هو} & ٩١٠٠٠ \text{ كجم} & \text{عند قدم العامود} \\
 \text{الحمل الحى} & = & ٩٥٠٠٠ \text{ كجم} \text{ عند قدم العامود} \\
 \text{بمجموع الحمل} & = & ١٨٦٠٠٠
 \end{array}$$



شكل ١٩٨

فلنفرض ان الحمل المنقول الى الخوازيق هو كل الحمل المستديم مضافا اليه ٧٥٪ من الحمل الحى وهذا يساوى

$$\begin{array}{rcl}
 \text{الحمل المستديم} & = & ٩١٠٠٠ \text{ كجم} \\
 ٧٥٪ \text{ من الحمل الحى} & = & ٧١٢٥٠ \text{ كجم} \\
 \text{مجموع الحمل} & = & ١٦٢٢٥٠ \text{ كجم}
 \end{array}$$

فاذا فرضنا انه حمل الامن ليكل خازوق هو ٢٠ طن أو ٢٠٠٠٠ كجم فان عدد الخوازيق يكون

$$١١ \approx \frac{١٦٢٢٥٠}{٢٠٠٠٠} \text{ أى ٩ خوازيق}$$

يصير وضعها على مسافات مقدارها ٧٥ سم بين محاورها فى كل اتجاه وجعل

البروز عن محور الخازوق الخارجى ٤٠ سم ولنفرض أن الخوازيق توضع على ثلاثة صفوف فى كل صف ثلاثة خوازيق فيكون الفرش الذى فوق رؤوس الخوازيق مربعا كل ضلع من أضلاعه

$$= ٢ \times ٤٠ + ٢ \times ٧٥ = ٢٣٠ م$$

ولحساب سمك الاساس من قانون الثقب

نفرض ان قطاع العامود دائرى وقطره ٦٠ سم

$$س = \frac{\text{قث}}{\text{ط ا قث}} \text{ ولكن قث } = ١٨٦٠٠٠ - \frac{١٨٦٠٠٠}{٩} = ١٦٥٣٣٤ \text{ كجم}$$

$$س) = \frac{١٦٥٣٣٤}{٨٣ \times ٣١٤٦ \times ٦٠} = ١٠٥٧ \text{ سم}$$

فاذا عمل الاساس من درجتين بحيث يكون مسطح الدرجة العليا ٩٠ × ٩٠ سم فان سمك الدرجة السفلى اللازم لمقاومة الثقب حول محيط الدرجة العليا يحسب كما يأتى

$$س = \frac{١٦٥٣٣٤}{٨٣ \times ٩٠ \times ٤} = ٥٥ \text{ سم}$$

وقد روعى خصم الحمل الواقع على الخازوق الذى بمنتصف الاساس على اعتبار انه يقاوم جزءاً من الحمل المسبب للثقب برد فعل مساو لمقدار الجزء الذى خصم

اختبار الاساس لمقاومة الشد القطرى

اذا اعتبرنا أن خازوقين فى كل جانب يسيان القطر فان سمك الدرجة السفلى يحسب كما يأتى

$$س = \frac{٢ \times ٢٠٦٦٦٧}{٢٣٠ \times ٠٨٧٥ \times ٢٨٣} = ٧٣٣ \text{ سم}$$

ومن النتائج السابقة لاسماك درجات الاساس يمكن استعمال درجتين السفلى

سمك ٧٤ سم والعليا سمك ٣٢ سم ليكون مجموع سمك الاساس تحت
العامود ١٠٦ سم وهذا هو السمك العامل للاساس من سطح الاساس الى
محور أسياخ التسليح التي على ارتفاع من رؤوس الخوازيق مقداره ٣ سم
ويجب أن يغطي الاساس رؤوس الخوازيق بخمسة عشر سنتيمترا فيكون
مجموع سمك الاساس $١٠٦ + ٣ + ١٥ = ١٢٤$ سم
ولايجاد مسطح أسياخ التسليح يؤخذ عزم الانثناء عند حافة الدرجة العليا
من الاساس

$$ع = ٢ \times ٢٠٦٦٦٦٧ \times ٣٠ = ١٢٤٠٠٠٠٠٢ \text{ كجم سم}$$

$$ص = \frac{١٢٤٠٠٠٠}{٧٤ \times ٨٧٥} = ١٩١ \text{ سم}$$

فإذا استعملنا أسياخ من قطر ٦ يكون عدد الاسياخ ١٦ في كل اتجاه
ولاختبار الاسياخ للتماسك

$$\text{جت} = \frac{٢٠٦٦٦٦٧ \times ٢}{٣٩٩ \times ١٦ \times ٧٤ \times ٨٧٥} = ١٠ \text{ كجم/سم}^٢$$

وحيث أن جهد التماسك المأمون هو ٦ كجم/سم^٢

$$\text{فيكون العدد اللازم هو } \frac{١٠ \times ١٦}{٦} = ٢٧ \text{ أي ٢٧ سيخا قطر ٦}$$

مثال تطبيق — لحساب كمر الاساس (السلا) وهو الكمر الموصل بين

رؤوس الخوازيق شص = ١٠٠٠ كجم/سم^٢ ٩ ضخ = ٤٠ كجم/سم^٢
نفرض بناء ارتفاع الدور الارضي فيه ٥ أمتار وأن البناء مشيد على أعمدة
من الخرسانة المسلحة وحوايط من المباني بصفة حشو بين الأعمدة سمكها
٥٠ سم وثقل المتر المكعب منها ٢٠٠٠ طن فإذا كانت المسافة بين كل
عامودين ٦ أمتار وقطاع العامود ٥٥ × ٥٥ سم والمسافة بين محاور
الخوازيق ٣٠٠ أمتار فما هو عرض كمر الاساس وما هو مقدار التسليح
اللازم له

الحل - عرض السلا = عرض الحائط + بروز مقداره (٥) سم في كل من الاتجاهين

$$= ٥٠ + ٢ \times ٥ = ٦٠ \text{ سم}$$

الحل المؤثر فوق كمر الاساس = ثقل مربع من المباني التي فوقه ضلعه مساو للمسافة بين محوري الخازوقين

أو ثقل المستطيل من المباني الذي أحد أضلاع المسافة بين محوري الخازوقين والضلع الآخر هو ارتفاع الدور وذلك اذا كان الاخير أصغر في المقدار من الاول

من ذلك يكون الحل المؤثر فوق كمر الاساس هو كما يأتي

$$ع = ٣ \times ٣ \times ٠.٥ \times ٢ = ٩ \text{ طن}$$

$$ع \text{ عزم اثناء الكمر} = \frac{٣ \times ٩}{٨} = \frac{٢٧}{٨} = ٣.٣٨ \text{ طن م} = ٣٣٨٠٠٠ \text{ كجم سم}$$

$$\text{ارتفاع كمر الاساس } و = \sqrt{\frac{٣٣٨٠٠٠}{٦}} = ٢٣٨ \text{ سم السمك العامل}$$

يضاف الى ذلك ٧ سم غطاء بالحرساة فيكون ارتفاع الاساس كله = ٣٧ سم

$$\text{مسطح قطاعات الاسياخ} = \frac{ع}{٥٨٧٥} = \frac{٣٣٨٠٠٠}{٣٠ \times ٨٧٥} = ١٢.٩ \text{ سم}^٢$$

اذا استعملنا أسياخ من قطر $\frac{١}{٢}$ بوصة يكون عدد الاسياخ هو ٥ ويجب التسليح بركابات ولنعتبر أن قطاع الركابات هو ١٠٪ من أسياخ التسليح في المتر الطولي ويجب أن لا تكون الركابات على مسافات من بعضها اكبر

$$\text{من نصف سمك الاساس أي } \frac{٣٧}{٢} = ١٨.٥ \text{ سم}$$

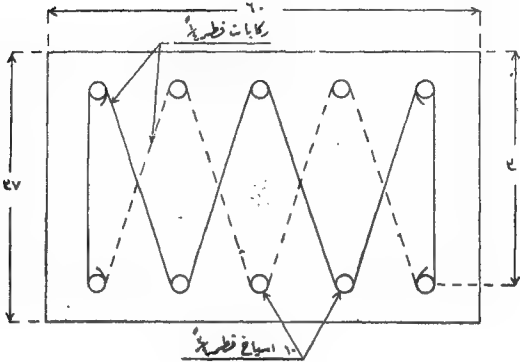
$$\text{طول الركابات في المتر الطولي} = \frac{١ \times ٣٧ \times ٦}{١٨.٥} = ١٢ \text{ مترا}$$

ومسطح قطاعات الركابات يمكن الحصول عليه من المعادلة الآتية

$$\frac{١}{٢} (١٠ \times ٢.٨٢) = ١٠٠ \times ١.٧ = ١٠٠٠$$

$$\text{ومنها } ١ = \frac{٢٨٢}{١٠٠٠} = ٢٨٢ \cdot ٠٠٣ \text{ سم}$$

أى يستعمل للركابات حديد مبروم من قطر $\frac{1}{4}$
والشكل ١٩٩ يبين تصميم الكمر



شكل ١٩٩

الخوازيق المعدنية

الخوازيق الانبوية على جملة اشكال منها خوازيق من الخرسانة العادية أو المسلحة مغلفة بغلاف معدنى عبارة عن ماسورة من الصلب ويكون الغلاف من أى قطر ولكن القطر العادى هو ٩٠ ومن سمك $\frac{1}{4}$ الى $\frac{1}{2}$ وهذا النوع يستعمل غالبا فى التنكيس لتقوية الاساسات وبما أن فى حالات التنكيس يكون الفراغ عادة محدودا ولا يكفى لاستعمال غلاف طويل فالمعتاد أن تستعمل الغلافات من قطع أطوالها قصيرة توصل ببعضها وقت دقها وتختلف أطوال القطع من ٥ الى ٢٠

ونهايات الغلافات تكون عمودية تماما على محور الغلاف لضمان رأسية الخوازوق ولأيجاد قاعدة تحميل لتوزيع الحمل بانتظام وتجهز القطع عند

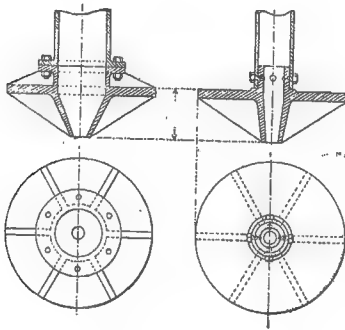
الوصلات بأكام معدنية لا تقل في طولها عن ضعف القطر الداخلي وتجهز القطعة السفلى من طول الخازوق بقدم على شكل مخروط يحوف من الصلب أو الزهر بحيث يمكن معه استعمال النافورة المائية وينزل الغلاف عادة بالطرق التي تستعمل في الخوازيق وإذا استعملت في التنكيس يجب انزالها بالعفرية المائي وبدون أدلة وتجهز رأس الغلاف بغطاء الوقاية من ضربات المطرقة وفي بعض انواع التربة وخصوصا الرملية لا يجهز الغلاف بقدم كالسابق وصفه ويزال الرمل من داخل الغلاف كلما تقدم انزال الغلاف ويمكن استعمال هذا النوع من الخوازيق لاطوال تبلغ نحو ٢٥ مترا مع المحافظة على وضع الخازوق الرأسى وبعد ان يتم انزال الغلاف يصير ادخال انبوبة من صلب قوى داخل الغلاف

وإذا كان انزال الغلاف في تربة رخوة بدون استعمال قدم للغلاف فإن الخرسانة التي تصب يصير دقها لتكوين قاعدة تحميل أكبر عند قدم الخازوق والغلافات لا تعيش كثيرا نظرا لفعل المياه الذي يسبب صدأها وتآكلها وكذا تأثير الكهرباء Electrolysis وإذا أريد تسليح الخازوق فيعمل التسليح في الخارج على شكل تقفيسة ثم يصير انزاله رأسيا داخل الانبوبة قبل صب الخرسانة ويحسن الاختبار بادخال لمبة كهربائية داخل الانبوبة للتأكد من رأسيتها قبل صب الخرسانة فإذا وجد أن ازالة التربة من داخل الغلاف أو الانبوبة قد يؤثر على سلامة المنشآت المجاورة فيحسن انزال الغلاف الى طبقة صخرية أو طبقة صلبة ثم يصير ازالة التربة بعد ذلك ويلقى بحزم من الاسمنت الجاف داخل الانبوبة وتوضع أسياخ التسليح ويحسن ملئ الانبوبة بالماء لمقاومة الضغوط الخارجية إذا روى ضرورة لذلك وبعد ان يشك الاسمنت يصير رفع المياه وملئ الانبوبة بالخرسانة

الخوازيق ذات القرص وذات القلاووظ

الخازوق ذو القرص — هو عبارة عن ماسورة مجهزة عند قدمها بقرص لامتداد الخازوق بقاعدة تحميل كبيرة وقد استعمل هذا النوع من الخوازيق

بكثرة في أعمال المحيطات والموانئ التي فيها مقدار الاختراق صغيرا والتي يكون فيها القاع معرضا للتحرك وعلى كل حال يجب أن لا يقل مقدار اختراق الخازوق عن ٦ أقدام تحت أقصى نحر يمكن والقرص عبارة عن قطعة من الزهر على شكل قرص افقى مقوى بجملة أضلع جانبية وله ساق رأسية مجوفة ويتصل بجسم ماسورة الخازوق كما هو مبين بالشكل ٢٠٠ و ٢٠١ فالشكل ٢٠٠ يبين ماسورة من الزهر ذات شفة والشكل ٢٠١ يبين اتصاله بماسورة من الصلب والجزء الاعلا من ساق القرص اسطوانى الشكل والجزء الاسفل مخروطى الشكل كما هو مبين بالرسم حتى يتكون منها عند نهايتها فوهة لاستعمال النافورة



شكل ٢٠١

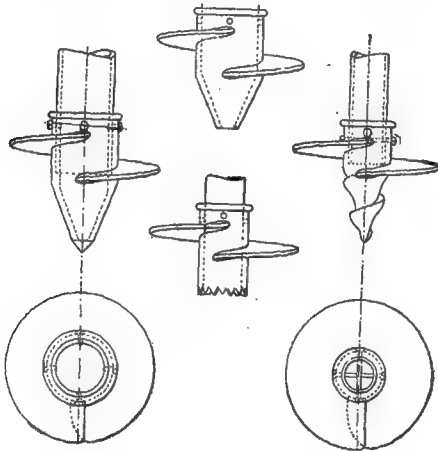
شكل ٢٠٠

المائية داخلها وأطراف الاضلع القوية للساق تصب على زاوية ٤٥° وتستعمل الخوازيق ذات القرص في التربة الرملية أو حشائها من التي تسمح باستعمال النافورة المائية وإذا صادف الخازوق عقبة يتعذر ازالتها بالنافورة فيصير ادارة الخازوق بملاوينة حتى يصير ابعاد العقبة أو تفتيتها بواسطة الاضلع السفلى التي تعمل في هذه الحالة كسكاكين وتختلف أقطار القرص من ١٧٥ إلى ٢٠٠ و أقطار المواشير التي هي من ٨ إلى ١٤ من سمك ١/٨ إلى ١/١٠ والمواشير من قطر

٦ الى ١٠ وسمك ٦ وسمك الزهر المصنوع منه القرص يختلف من ١ الى ١٢

الخوازيق ذات القلاووظات

الخازوق ذو القلاووظ - عبارة عن ماسورة مجهزة عند نهايتها السفلى بقلاووظ ذي ريش عريضة لتكوين قاعدة تحميل أكبر من قاعدة ماسورة الخازوق ويستعمل هذا النوع من الخوازيق فيما يستعمل فيه الخوازيق ذات القرص والقلاووظ مصنوع من الزهر والمسافات التي عليها ريش القلاووظ



شكل ٢٠٢

شكل ٢٠٣

شكل ٢٠٤

تختلف من ٦ الى ٦ قطر القلاووظ وعلى أى حال يحدد مسافات الريش من بعضها نوع التربة وصعوبة انزال الخازوق فيها ونهايات القلاووظ قد تكون محددة أو كليلية أو مجوفة أو مسننة حسب الطريقة التي ستبغ في انزال الخازوق وحسب نوع التربة كما هو مبين بالاشكال ٢٠٤ ٢٠٣ ٢٠٢ ٢٠٤

فاذا كانت التربة من الحصى يستعمل قلاووظ محدد النهايات واذا كانت التربة من الرمال يستعمل قلاووظ قليل النهايات واذا استعملت طريقة النافورة المائية فتستعمل نهايات مجوفة وفي الصخور تستعمل نهايات مسننة كالمنشار ويجب أن تصمم ماسورة الخازوق وكذا القلاووظ بمتانة كافية لمقاومة Torsional Stress جهد اللي الناشئ من انزال الخازوق وينزل الخازوق عادة بإدارته بزرجينة ذات ذراعين طويلين وبتحميل الخازوق بحمل ثابت للمساعدة على انزاله واذا وجد صعوبة فيصير سكب الماء من نافورة مائية للمساعدة وكل من الخوازيق القرصية والقلاووظية لا تصلح اذا كانت التربة رخوة أو معرضة للنحر حيث أنه من المتعذر ربط الخوازيق بأربطة الا في الجزء الظاهر منها وقد استعملت الخوازيق القلاووظية بكثرة لكبارى الترع والمصارف في مصر وبعد انزال المواسير وربطها ببعضها يصير ملئها بالخرسانة العادية أو المسلحة وربطها ببعضها لمقاومة القوى الجانبية وقد تستعمل الخوازيق المعدنية من قضبان قديمة تحدد نهاياتها وتدق في التربة

خوازيق الرمال

يمكن ضغط التربة وتقويتها بدق خوازيق خشبية قصيرة ثم نزعها وملئ الفراغ الذي تحدته بالرمال وهذا النوع من الخوازيق لا يتأثر بمنسوب المياه الجوفى ولكن في حالة ما يكون هناك خطر من النحر فلا يمكن استعمال هذا النوع من الخوازيق ويجب بل الرمل ودقه لضمان ملئ الفراغات

الباب الحادى عشر

السدود المحيطه والعلاب

السد المحيط هو سد قاطع للباء يعمل حول المكان المراد اقامة البناء عليه ثم يرفع الماء الذى يحجز بداخل السد لكشف الأرض واجراء مايلزم من حفر ووضع أساس وبناء فى الجفاف

وتقام السدود المحيطه عادة للأعمال المتعلقة بالأنهار والترع وما إليها وقد تستعمل فى أساسات المباني التى ليست تحت الماء اذا استدعت طبيعة التربة ذلك ويشترط فى السد المحيط أن يكون محكم الاتصالات بحيث لا ينفذ الماء الذى بخارجه الى داخله وأن يكون المسطح الذى يحيط به السد ذا اتساع كاف لمنشآت العمل

والسد المحيط هو عمل وقى يزال دائماً بعد اتمام المنشآت التى تعمل السدود لغرض قطع المياه عنها أثناء انشائها وقد يكون الغرض من السد المحيط هو خفض منسوب الماء بداخل السد وليس تجفيف قاعه ففى هذه الحالة يحفظ منسوب الماء داخل السد على منسوب يمكن معه اجراء العمل تحت ارتفاع الماء الموجود

وفى حالة ما يكون ارتفاع الماء كبيراً وكذا ضغطها على حوائط السد فتستعمل اربطة بين الحوائط لتقويتها وجعلها قادرة على مقاومة ضغط الماء أو التربة التى بخارج السد ولضمان عدم نفاذ الماء الى داخل السد يجب أن يكون قاعه من التربة التى لا ينفذ منها الماء فإذا لم تتوفر هذا الشرط فى الطبقة السطحية من التربة التى سيقام عليها الأساس فتدق الخوازيق اللوحية المكرونة لحوائط السد الى طبقة تفى بهذا الغرض فإذا كان هذا الاحتياط ليس كافياً أيضاً لقطع الماء فيلقى بطبقة من الخرسانة تحت الماء على التربة التى ينفذ منها الماء وبعد تجمد الخرسانة يبدأ برفع الماء الذى فوقها فإذا وجد خريز ضئيل

بعد ذلك فيرفع بالطلببات لأن ذلك أوفر من اتخاذ احتياطات أخرى لمنعه قد تكون باهظة التكاليف ويجب عند تصميم السدود مراعاة الاقتصاد في تكاليف انشائها وتكاليف صيانتها ونزع الماء منها

والسدود المحيطة لابعاد غايتها ١٠ أمتار هي أوفر الطرق التي تتبع عند انشاء بغال واكتاف الكبارى أما في الاعماق التي تزيد عن ١٠ أمتار فإنه يوجد صعوبة في تقوية حائط السد بالاربطة وكذا يكون خريير المياه غزيراً وتزداد معه تكاليف الرفع زيادة كبيرة وينشأ عن هذا تأخير نجاز العمل

أنواع السدود المحيطة

السدود المحيطة على جملة أنواع فنما السدود التراية ومنها ما هو مكون من خوازيق لوحية خشبية أو خرسانية مسلحة أو حديدية تعمل على شكل صندوق أو صندوقين يبعدان عن بعضهما بمسافة تملأ بالتربة المخلوطة من الرمل والطين والحصى ومنها السدود القابلة للنقل وتكون الصناديق مفتوحة من أعلاها ومن أسفلها أى أن قاعها هو التربة التي سيؤسس عليها

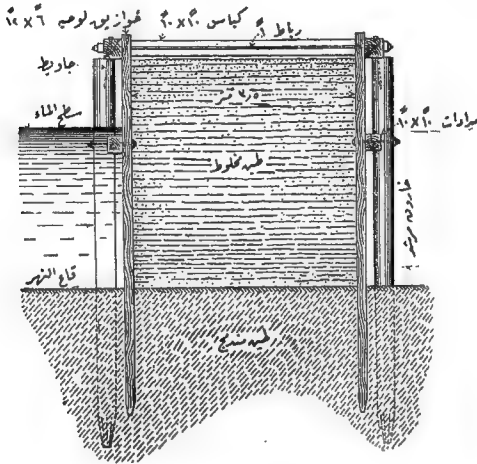
السدود المحيطة التراية

هذا النوع هو أقدم أنواع السدود وأبسطها وأسهلها في الانشاء وهو عبارة عن جسر من التراب يحوط به مكان العمل ويجب أن يكون السد ذا عرض كاف لحفظ توازنه ومنع الرشح أو تقليله الى الحد المسموح وأن يكون منسوب سطح الجسر أعلا من منسوب سطح الماء نحو متر وأن يكون عرض سطحه لا يقل عن متر وأن تكون ميول جوانبه تبعا لحالة التربة مصنوع منها ولا تكون على زاوية اكبر من زاوية الشو الطبيعي للتربة

ويحسن أن ينشأ السد من الطين والرمل أو الطين والحصى الرفيع فإن عز وجود الطين فعمل حائط رقيقة في قلب الجسر من الطين ويعمل باقي الجسر من الرمل

ويمكن تقليل عرض الجسر بالاستغناء عن أحد ميوله أو كليهما واستعمال

صف أو صفين من الخوازيق اللوحية كما هو مبين بالشكل ٢٠٥ فإذا لم يزد ارتفاع الماء عن حوالى مترين ولكن خشى من تأثير فعل الماء بنحر جوانب



شكل ٢٠٥

الجسر فيعمل الجسر من اكياس ملائى بالرمل المخلوط بالطين أو تستعمل هذه الكياس كتكسية لجوانب الجسر وكذا يمكن استعمال احجار للتكسية لمنع النحر

السدود المحيطة الخشبية

السدود المحيطة الخشبية تعمل من صندوق وعادة من صندوقين من الخوازيق اللوحية الخشبية ويملا ما بينهما بمخلوط من الرمل والطين ويصير تقوية الصندوقين تبعاً لارتفاع الماء والضغط الذى يتولد عنه على حوائط السد

وتكون التقوية بواسطة خوازيق مرشدة ومدادات خشبية على شكل اطارات وكباسات بين حوائط الصندوق الداخلى واربطة مائلة تربط حوائط الصندوقين ببعضها وكذا مساند مائلة الى الخارج ويملاً ما بين الصندوقين بمخلوط الرمل والطين فيوضع طبقات رقيقة سمكها لا يزيد عن ٣٠ سم تدق جيداً بعد رشها بالماء ويحسن قبل وضع أول طبقة ازالة جزء من التربة التى فى القاع اذا كانت من الانواع التى ينفذ منها الماء بحيث يصل الحفر الى طبقة لا تسمح بنفاذه وبعد أن يملأ ما بين الصندوقين يصير انشاء جسر خارج السد من الطين لضمان عدم نفاذ الماء الى الداخل ومن المتبع أن تعمل المسافة التى بين الصندوقين مساوية لارتفاع السد فوق القاع اذا لم يزد هذا الارتفاع عن ٣ متر وعلى كل حال يجب أن يفى عرض الحائط بعد ملئه بالتربة لغرض منع الرشح وأن يكفى لوضع ادوات العمل والاجهزة اللازمة وكذا يتسع لحركة العمل

فإذا زاد العمق عن ٣ أمتار فيعمل عرض الحوائط مساوياً الى ٣ متر + ١/٢ الزيادة فى الارتفاع وفى الحالات التى لا يسمح اتساع مكان العمل بانشاء سد مكون من صندوقين وكذا عندما يكون ارتفاع الماء قليلاً فيحسن استعمال صندوق واحد أى صف واحد من الخوازيق يحيط بمكان العمل جميعه وفى هذه الحالة يجب تقوية الخوازيق اللوحية جيداً بأربطة واطارات تجعل متانة الصندوق كافية لتحمل الضغوط

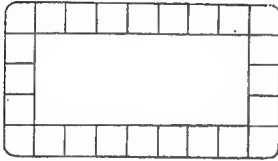
الخوازيق اللوحية الحديدية والخرسانية المسلحة

ويستعمل بدلاً من الخوازيق اللوحية الخشبية خوازيق لوحية حديدية وخرسانية مسلحة والشكل ٢٠٦ يبين سداً محيطة من الخوازيق اللوحية الحديدية

السدود الغير مقواة (Self Supporting)

هذا النوع يعمل من الخوازيق اللوحية الحديدية ولا يستعمل فيه تقوية الخوازيق اطارات أو أربطة أو كباسات من أى نوع بل يعتمد فى مقاومة الضغوط على متانته وعلى كيفية تشبيك الألواح ببعضها واحكام اتصالاتها مما يجعلها

في غنى عن كل وسائل التقوية وفي غنى ايضا عن الخوازيق المرشدة وذلك لأن تعشيق الخوازيق اللوحية المحكم وارتباطها الوثيق يجعلها أشبه بجسم واحد ويستعمل هذا النوع عادة عند ما يكون الموقع المراد احاطته بالسد ذا مسطح كبير وعندما يكون وجود الارتبطة داخل السد مما يعرقل حركة العمل



شكل ٢٠٧



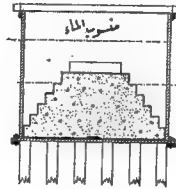
شكل ٢٠٦

ويعمل السد من صندوقين من الخوازيق اللوحية الحديدية ويقسم ما بينها من الفراغ الى جيوب بواسطة حوائط عرضية كما هو مبين بالشكل ٢٠٧ وتتملأ هذه الجيوب بمخلوط التربة ولمساعدة السد على مقاومة الضغوط الخارجية يعمل جسر من التربة الناتجة من الحفر داخل الحائط الداخلي للسد لغرض منع ما قد يحدث من انبعاج بحوائط السد في بعض الجيوب نتيجة ضغط التربة التي بداخلها

السدود المحيطة القابلة للنقل

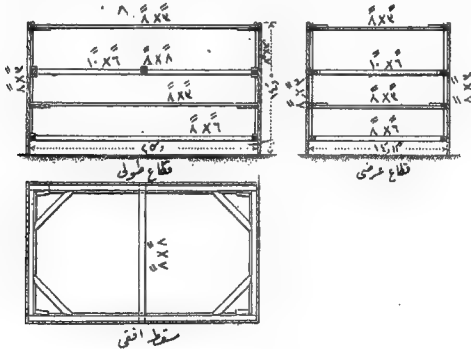
إذا اريد استعمال السد لجملة أعمال متشابهة فتعمل سدود من النوع القابل للنفك والنقل وهذا النوع يعمل عادة على قاعدة خشبية ويكون مكونا من

صندوق مصنوع من الواح من الخشب مربوطة مع بعضها بمادات واربطة وتغوص بواسطة ائقال ويمكن تعويم الصندوق ونقله من محل الى آخر او فكه الى اجزاء وتعويمها ثم ربطها ثانية عند الموقع الذى تنقل اليه



شكل ٢٠٨

وبعد تغويص الصندوق تدق خوزايق لوحية خارج الصندوق وتسمر فيه ثم يحوط حول الصندوق من الخارج بحجر من مخلوط التربة ويستعمل هذا النوع عندما يكون البناء مصما على أن يكون له فرش خشبي وفي هذه الحالة تعمل قاعدة الصندوق على أن تكون فرشاً للبناء وعادة تربط جوانب الصندوق في القاعدة بطريقة يسهل معها فكها وتركها تحت البناء والشكل ٢٠٨ يبين سدا من هذا النوع وقد يعمل الصندوق القابل للنقل بغير قاعدة كما هو مبين بالشكل ٢٠٩



شكل ٢٠٩

العلب Caissons

العلب عبارة عن صناديق كبيرة قاطعة للماء وتستعمل في الاعمال التي تنشأ تحت الماء كبغال الكبارى وما إليها كما أنه قد يستعمل نوع خاص للاعمال التي تحت منسوب الماء الجوفى اذا تطلبت حالة العمل ذلك

أنواع العلب

يمكن تقسيم العلب الى ثلاثة انواع

- ١- العلب الصندوقية Box Caissons
- ٢- العلب المفتوحة Open Caissons
- ٣- علب الهواء المضغوط Pneumatic Caissons

وكل من الثلاثة انواع يكون خلافا دائماً للمنشآت التي يستعمل للمساعدة في انشائها بخلاف الصناديق المحيطة (Cofferdams) فإنها وقائية وتزال بعد انتهاء البناء

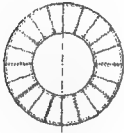
العلب الصندوقية — تستعمل في الاناسات التي لا تحتاج الى تغويص وهي عبارة عن صناديق مفتوحة من اعلاها ومغلقة عند اسفلها بقاعدة وتملاً هذه الصناديق بخرسانة أو بأى نوع من مواد البناء لتستعمل اساساً للبالغ أو للمنشآت الاخرى وتعمل من خشب أو من الحديد أو من الصلب ويشترط أن تكون قاطعة للماء واستعمالها يستلزم حفر المكان واعداده الى المنسوب الذى سيقام عليه الاساس قبل وضع العلبة وهذا يحدد مجال استعمالها الا في حالة استعمال خوازيق يقام عليها الاساس

العلب المفتوحة

تستعمل في حالة ما يراد الحفر للاساس وتغويص العلبة للوصول الى طبقة من التربة ذات قوة تحمل تفي بمقاومة الضغوط وهذا النوع عبارة عن صندوق مفتوح فتحاً جزئياً أو كلياً عند اعلاه وعند اسفله لأماكن الحفر والتغويص وتستعمل الكراكات لذلك في هذا النوع والعلب المفتوحة ثلاثة اقسام

الأول — عبارة عن صندوق من الخشب لا غطاء له ولا قاعدة وليس بمجهدا بغرفة داخلية ولا بنهايات محددة ويقصر استعماله على الحالات التي لا تحتاج الى تغويص او التي تحتاج الى تغويص قليل

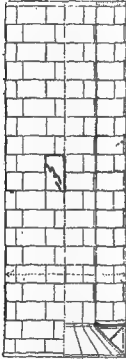
الثاني — وتسمى العلب الاسطوانية أو الآبار وهي عبارة عن انابيب



سنتافنى

معديّة أو من مواد البناء وتستعمل في الحالات التي تحتاج الى تغويص لاساسات صغيرة المسطحات والشكل ٢١٠ يبين علبة من هذا النوع

الثالث — علب مجهزة في داخلها بانابيب رأسية اسطوانية الشكل للحفر من داخلها ويستعمل في الحالات التي تحتاج الى التغويص لاساسات كبيرة المسطحات



نصف قطار ونصف راجع

العلب الاسطوانية - الآبار - عبارة عن غلاف على شكل اسطوانة مجوفة مصنوع من المبانى أو الخشب أو الحديد أو الخرسانة المسلحة ومجهز عند نهايته السفلى بقدم محدد كالسكين ويغوص بحفر التربة التي بداخله وبتحميله بأثقال او باستعمال النافورة المائية حول جوانب العلبة لتقليل مقدار الاحتكاك

شكل ٢١٠

فإذا كان قطر الاسطوانة كبيرا فيحسن عمل حائطين احدهما داخل الآخر ويملا الفراغ الذى بينهما بالخرسان اثناء التغويص ليكون بمثابة ثقل يساعد على التغويص وهذه العلب تستعمل عند ما يراد التغويص الى عمق كبير لتفادى حدوث أى حفر تحت الاساسات وتستعمل في الحالات التي فيها الضغوط ليست كبيرة

والعلب التي تكون حوائطها من المبانى تنشأ على قاعدة من الخشب تسمى (جنزيره) وهذا النوع يستعمل كثيرا في مصر وخصوصا في آبار متخلفات المنازل وفي غرف روافع المجارى عندما تستدعى طبيعة التربة ذلك ويكون القطر الداخلى للبئر بحيث يسع على الاقل رجلا واحدا للحفر والتغويس وتزال متخلفات الحفر بدلاء تدلى من اعلا بواسطة طنبورة او بكرة ويجب استخدام غواصين مهرة للمحافظة على توازن البئر اثناء تغويسها

وفي الآبار التي تتلقى متخلفات المنازل تغوص البئر الى طبقة رملية ترشح منها مياه المتخلفات وفي حالة غرف الروافع تغوص الى العمق الذى يتطلبه ارتفاع جهاز الرافع وظروف الرفع وتعمل الاقطار حسب ظروف العمل اما في حالة العلب التي تستعمل اساسات للبغال وما اليها فتغوص العلبة الى طبقة ذات قوة تحمل كافية للضغوط المصممة عليها وعندما يتم تغويس العلبة الى المنسوب الملائم يصير ملء داخلها بالخرسانة في حالة الاساسات فأذا ظهرت مياه اثناء التغويس فيصير رفعها بطلبة حتى يتسنى للعمال الحفر بسهولة

وفي العلب المصنوعة من الخشب يعمل التغويس بواسطة النافوره المائية مع الدق بالمطرقة

العلب الاسطوانية المعدنية — تعمل من الصلب أو الحديد المشغول أو الزهر وتمتاز عن المبانى والخشب بأنها اكثر متانة وأفضل في قطع الماء لاحكام اتصالاتها واسهل في التغويس نظرا لأن مقدار الاحتكاك بينها وبين التربة اقل منه في حالتى المبانى والخشب وبعد تغويس البئر الى العمق المطلوب يملأ داخلها بالخرسانة أو الرمال الحرسية النظيفة

وعند استعمال علب من الزهر يعمل الجزء الاسفل الشامل للقدم القاطعة من الحديد المشغول أو الصلب لأنه أقوى وأقدر على المقاومة والمتبع أن العلبة خصوصا اذا كانت ذات ارتفاع كبير لا تنشأ دفعة واحدة بل ينشأ جزء منها وبعد تغويسه سواء بشقله فقط أو بمساعدة أحمال خارجية

أو نافورة مائية يضاف اليه جزء آخر بعد ازالة التحميل للساعدة في التعويض

وبما أن عملية ازالة التحميل واعادته قد تتكرر كثيرا وتكلف تكاليفا باهظة وينشأ عنها تأخير نجاز العمل فيحسن عمل حائطين يملا ما بينهما بالخرسانة لتقوم الخرسانة مقام التحميل الخارجى أو يقلل بذلك مقداره فلا يضيع وقت كبير في ازالة واعادة الاحمال

العلب الاسطوانية المصنوعة من الخرسانة المسلحة:

عبارة عن بر لها حائط من الخرسانة المسلحة وتسليح بأسيان رأسية وأطواق وتوضع الاسياخ الرأسية عند السطح الخارجى للحائط وتغطى بسمك ٢ من الخرسانة وقد توضع الاسياخ الرأسية عند السطح الداخلى أيضا ويبدأ بالحفر لعمق ٣ متر أو للعمق الذى تسمح به حالة التربة ثم تبطن جوانب الحفر بالخشب وتوضع قدم معدنية محددة فى أسفل الحفرة ثم يوضع غلافين معدنين قابلين للتطبيق (Collapsible) بارتفاع نحو ٢ متر فى داخل الحفرة وعلى بعد من بعضهما يساوى السمك المطلوب للحائط ثم توضع أسياخ التسليح وتصب الخرسانة بين الغلافين وبعد شكها تغوص ويبدأ بإنشاء جزء آخر فوق الجزء الذى تم تغويصه ثم تكرر العملية الى أن يتم التغويص الى العمق المطلوب ويلزم ترك الخرسانة مدة كافية للتجمد قبل تغويصها نحو ٦ أيام عادة واذا رؤى صعوبة فى التغويص فيساعد بالتحميل أو النافورات ثم يملا داخل البئر بالخرسانة

العلب المفتوحة المجهزة بانابيب راسية

تستعمل هذه العلب للأساسات الكبيرة الغور وتعمل حوائطها من الخشب أو الحديد أو الخرسانة المسلحة وتملا بالخرسانة والعلب مجهزة بانابيب رأسية تتسع نهايتها السفلى الى فراغ يشمل كل مسطح الارض عند قاعدة العلبة وهذه الانابيب لغرض الحفر من داخلها وبالحفر مع ملء العلبة بالخرسانة فى وقت واحد تغوص البئر ويكون الحفر دائما بوسائل غير اليد نظرا للاحماق الكبيرة التى

تغوص اليها هذه العلب وعندما يصل التغويص الى العمق المناسب والطبقة الملائمة يصير ملء هذه الانابيب بالخرسانة وكذا الفراغ الذى تحتها وقد يعمل الاساس تحت الماء فتدلى العلبة من عوامة أو مركب بين خوازيق مرشدة وكذا يعمل الحفر وتلقى الخرسانة تحت الماء وتستعمل هذه العلب فى الاعماق التى يتعذر معها استعمال السدود المحيطة أو التى يكون استعمال علب الهواء المضغوط فيها يكلف كثيرا كذا فى الاعماق الاكثر من ٣٧ متر وهو أقصى عمق يسمح معه باستعمال علب الهواء المضغوط وحساب الضغوط تحت الاساس يعتبر ثقل الخرسانة فقط لأن الحديد يتأكسد ويتآكل مع مضى الوقت

وحساب الآبار أو العلب كحساب الخوازيق مبنى على الاحتكاك الجانبي وقوة تحمل التربة الذى يزداد مع العمق ومقدار الاحتكاك الجانبي يختلف باختلاف طبيعة التربة التى يخترقها البئر ومقدار الرطوبة الموجودة بها وكذا مسطح محيط العلبة والعمق الذى تغوص اليه واختراق التربة بالجزء الاسفل من العلبة يجعل مقاومة التربة أقل لباقي اجزاء العلبة

تصميم العلب

يجب أن تصمم العلبة لتقاوم قصا (Shear) لا يقل عن نصف ثقلها والعلب المستطيلة الشكل تصمم كأنها أعتاب مرتكزة عند أركانها وبما أن العلبة أثناء التغويص تكون معرضة الى جهود كبيرة تنشأ عن عزم الدوران (Moment of Torsion) وكذا اذا انحرفت العلبة عن وضعها الراسى فأن الجهود المسببة عن عزم الانثناء تكون كبيرة فإذا اضمنا الى ذلك ما ينشأ من جهود بسبب تصادم قدم العلبة مع ما قد يصادفه من جلاميد او صخور وكذا الاهتزازات التى تسبب عن نسف بعض مواد التربة الصلبة فاذا اعتمدنا على الحساب فى تصميم العلب فإنه يكون مبنيًا على الفروض ولذلك فتصميم العلب يكون بالخبرة وحدها لا بالقواعد الحسابية نظرا لتعدد العوامل المؤثرة التى سبق ذكرها خلافا لضغط الماء وضغط التربة

العلب الخشبية

تنشأ عادة من حائطين من خشب قطاعه ٦ × ٦ الى ١٢ × ١٢ وتقلط وصلاتها قلفطة جيدة لا تسمح بنفاذ الماء وملاً ما بين الحائطين بالخرسانة حتى يكون ثقل الحوائط وما بينها من خرسانة كافياً لتغويص العلبة بحيث تحتل قدم العلبة كل فراغ يحدث بالحفر تحتها لذا يجب أن يكون الفراغ بين الحائطين كبيراً لدرجة تجعل ثقل الخرسانة كافياً لتغويص العلبة بالسرعة اللازمة وهذا يستدعى تصغير أنابيب الحفر التي بداخل العلبة لأقل اتساع ممكن ويكفي أن تكون من ٧ × ٧ الى ٨ × ٨ وأن لا تقل عن ذلك لأن استعمال دلاء صغيرة للحفر يعطل سير تغويص العلبة وتعمل الحوائط الداخلية والخارجية من كتل أفقية من الخشب تربط بألواح راسية سمك ٢ ويعمل الجزء الأسفل على شكل كتلة هرمية لتقوم مقام القدم القاطع كما هو مبين بالشكل ٢١٤

العلب المعدنية — وقد تعمل العلب المفتوحة من الصلب أو الحديد المشغول أو الزهر وتمتاز عن العلب الخشبية بمتانتها وسهولة انشائها غير أن تكاليفها أبهظ من العلب الخشبية

العلب الخرسانية المسلحة — الخرسانة هي أنسب المواد لصنع العلب ويجب تسليح الخرسانة لتكون متانتها وافية بالغرض ويلزم أن تكون حوائط العلبة ذات ثقل كاف للتغويص دون تحميل

ويجب تسليح جوانب العلبة ضد الانثناء في جميع الجهات ويجب ملاحظة وضع تسليح كاف عند الأركان واتصالات الحوائط كما أنه يجب وقاية القدم المحددة بغلاف من الصلب وتسليحها تسليحاً قوياً

السكاكين أو الأقدام المحددة

للسكاكين فائدة المساعدة على تغويص العلب وتعمل على جملة أشكال وكلما كانت السكين ذات حد رفيع كلما كان أثرها أفضل في اختلال العلبة مكان الحفر مباشرة بعد ازالة التربة منه فيمتنع بذلك

او يقل الى الحد الأدنى تسرب التربة الى داخل العلبة تحت تأثير الضغط الخارجى على التربة التى تحت قدم العلبة إلا أن السكاكين الرفيعة لا تقوى على مقاومة الصدمات الناشئة عن مصادمة طبقات صلبة أو عقبات كالجلاميد وجذوع الأشجار وكذا لا تقوى على الاهتزازات التى تنشأ بسبب استعمال مواد ناسفة ولذا فالسكاكين ذات الحد العريض تكون اقوى واقدر على المقاومة ويكون مسطح التحميل فيها اكر فيمتنع باستعمالها سقوط العلبة فجأة داخل الطبقات الرخوة ولكن يجب ملاحظة أن لا يكون عرض حد السكين كبيراً لدرجة يعرقل معها حركة التغويس اذ المفروض أن تغوص قدم العلبة بمجرد الحفر تحتها والابعاد العادية لحد السكين هي من ٤ الى ١٨ والشكل ٢١٤ يبين أنواع الاقدام المستعملة



شكل ٢١٤

تمهيد الموقع قبل تغويس العلبة

يجب تنظيف الموقع وتسويته وإزالة ما به من العوائق التى قد تعرقل حركة العلبة ومن المعتاد اجراء الحفر لنحو ٥ أمتار الى ٧ أمتار قبل وضع العلبة اذا كانت العلبة ستغوص في تربة ليست تحت الماء اما ان كانت العلبة ستغوص تحت ماء عميق فأنها تنشأ على الأرض ثم يقفل الجزء المفتوح من العلبة من أسفل وتعويم الى الموقع فاذا كانت المياه قليلة الغور فتنشأ على المراكب او عوامات وتنقل الى الموقع ثم يصير انزال العلبة من المركب اما بواسطة تعليقها على نصب ينشأ لذلك الغرض على المراكب ثم تدلى وقبل انزال العلبة تدق حوازيق ارشاد حول الموقع لهدى العلبة تماماً وقت انزالها فاذا كانت عمق

الماء صغيراً جداً بحيث لا يسمح بإنشاء العلب على المراكب أو الأجسام العائمة فتنشأ على أرضية من الخشب تعمل في الموقع ثم يصير دق صف أو صفين من الخوازيق على جانبي الموقع وتربط هذه الخوازيق بأربطة عبر الموقع يعلق فيها الجزء الاسفل من العلبه الشامل للسكين وبعد اتمام انشاء العلبه يصير انزالها

عملية تغويص العلب

قبل بدء الحفر يجب بناء جسم العلبه بالارتفاع المتيسر وكلما كان جسم العلبه ذا ثقل أكبر كلما كان تتبعه للحفر واحتلاله للمكان الذي يخلو أسرع وأسهل وبذا يقل الى أصغر حد جسم التربة الذي يرتد الى داخل العلبه بتأثير ضغط التربة التي حول العلبه

فاذا كان اتساع العلبه صغيراً بالنسبة لارتفاعها فأنها تكون معرضة لخطر الانقلاب في أول الامر حتى يستقر جزء كبير من ارتفاعها داخل التربة ولذا يجب تقوية العلب التي من هذا القبيل بأربطة لمنع انقلابها قبل التغويص وفي التربة الرخوة يصعب ضبط العلبه في وضعها الرأسى تماماً

انحراف العلبه وطريقة معالجته

فاذا انحرفت العلبه فتعالج بوضع كباسات مائلة في الجهة التي انحرفت اليها أو تعدل بجذبها بواسطة كتلة وبكرة

الحفر داخل العلب المفتوحة

وأنسب الطرق للحفر داخل العلب المفتوحة هو الحفر بواسطة دلاء قشرة البر تقالة أو البطلينوس (Orange Peel or Glam Shell)

وقد تستعمل طلبات الرمال (Sand Pump) ويجب أن يعمل الحفر بانتظام تحت خافة السكين فاذا انحرفت العلبه فيصير الحفر تحت الجانب الاعلا بمعدل أسرع من معدل الحفر تحت الجانب المنخفض ويلاحظ جعل الحفر على مستوى مائل الى أن تأخذ العلبه وضعها الرأسى

اتقاء السقطات الفجائية

ويجب أن لا يزيد عمق الحفر تحت القدم عن ٣ متر الى ٥ متر فإذا أجرى الحفر الى عمق كبير تحت حد السكين فإن العلبة تكون معرضة لخطر سقطة فجائية قد ينشأ عنها كسر العلبة أو الاضرار بها كما أنه قد تتسرب التربة التي تحت العلبة الى داخلها بكمية كبيرة ويصحب ذلك حدوث السقطة الفجائية فتصبح بذلك عملية التغويس شاقة وفي حالة كهذه يحسن تحميل العلبة بأثقال كبيرة للمساعدة على التغويس

استعمال النافورات المائية — وقد تستعمل النافورات المائية لتسهيل عملية التغويس ووجد ان استعمال نافورات متصلة بجسم العلبة من الداخل يكون سببا في سد فوهات النافورات بالطين وهذا يجعل استعمالها غير مجد ولذا يجب استعمال نافورات مستقلة حول العلبة من الخارج ويجب استعمال النافورات بحذر لاتقاء السقطات الفجائية .

استمرار الحفر

ويجب عدم وقف الحفر اثناء عملية التغويس لان ذلك يعطى فرصة للتربة للتماسك حول جسم العلبة وبذا يصعب البدء في تغويس العلبة ثانية واذا كانت العلبة ستغوص الى طبقة صخرية فمن المستحسن وقف الحفر عند منسوب اعلا بقليل من الطبقة الصخرية ثم رفع الماء وكسح التربة من داخل العلبة بواسطة النافورة الى أن تستقر العلبة على الطبقة الصخرية

استعمال اثقال للمساعدة على التغويس

فإذا كان ثقل العلبة وحده لا يكفي للتغويس فتحمل بأثقال خارجية كالكياس ملاءى بالرمال أو قضبان حديدية أو كتل خرسانية أو حديدية

استعمال المواد الناسفة

ويمكن استعمال المواد الناسفة في حالات اللعب العاصية والتي يتعذر حفر التربة تحتها أو في حالة مصادقة جلاميد أو جذوع اذا تعذر التخلص منها بالطرق الاخرى

تمهيد الموقع بعد التغويص

وعندما تغوص العلة الى العمق المرغوب يصير تمهيد القاع بجعله مسطحا مستويا واذا كان القاع تحت الماء فتعمل جسات لمعرفة حالته ثم ينظف القاع بواسطة غواصين وكل صخور تالفة أو ضعيفة يصير ازلتها والصخور المائلة تدرج

صب الخرسانة تحت الماء

ثم تبدل الخرسانة بدلاء خاصة بالقاء الخرسانة تحت الماء ويجب القاء الخرسانة باستمرار حتى تملأ العلة

وقد تسلمح العلة ويجب ان لا تقل نسب الخرسانة عن ١:٢:٤ لأن جزءاً من الاسمنت الذى بها يغسل ويكون طبقة لزجة ضعيفة ولذا يجب اعتبار قوة الخرسانة التى تلتقى تحت الماء أقل من نظيرتها التى تلتقى فى الجفاف فأذا كان التغويص فى مجرى ذى تيار قوى وخشى من نحر التربة حول العلة وتحتها فيصير الاحتياط لذلك بتحويل قدم العلة بزكائب ملائى بالرمال لمنع نحر التربة قبل الاستعداد للتغويص

علب الهواء المضغوط

عبارة عن صناديق مفتوحة من أسفل ومغلقة من أعلا ويقوم الهواء المضغوط بوظيفة طرد الماء والطمى الرفيع من داخل العلة ويوجد نوعين من علب الهواء المضغوط

١ - العلب القابلة للنقل وتسمى أجراس التغويص (Diving Bells) وهى عبارة عن صندوق مفتوح من أسفله ومغلق من أعلاه وهو وسيلة مؤقتة يستعمل أثناء بناء الأساسات ثم يزال بعد اتمامها

٢ - العلب الثابتة وهى تكون جزءاً من جسم الأساس والاول يصنع من الحديد ويدلى بواسطة جنازير يعلق فيها وعادة يضاف أثقال من الحديد الزهر الى جسم الجرس لهذا الغرض وهذه الاجراس تستعمل عادة فى الترميمات الصغيرة فى فروشات القناطر وبياراتها وما شابه

ذلك وفي جانبي الجرس من الداخل رفين للعمال

ونظرية استعمال هذه الاجراس مبنية على أن ضغط الماء خارج الجرس يضغط الهواء الذى بداخل الجرس فيملا الجزء الاسفل من الجرس بالماء ويبقى الهواء المضغوط فى الجزء الاعلا ولتفسير ذلك نفرض أن ضغط الهواء عند سطح الماء هو ص_١ وأن عمق قاع الجرس من سطح الماء هو (ل) وارفع الجرس ع_١ فاذا دخل الماء فى الجرس بعمق س_١ بقى الهواء بارتفاع مقداره ع داخل الجرس وكان الثقل النوعى للماء γ فان ضغط الهواء على سطح الماء الذى بداخل الجرس

$$ص_٢ = ص_١ + \gamma (ل - س)$$

ومن قانون بويل فى الطبيعة

$$\frac{ص_١}{ص_٢} = \frac{ع}{ل - س}$$

$$\frac{ص_١}{ص_٢} + ١ = \frac{ل}{ل - س}$$

ومن هذه المعادلة يمكن استخراج مقدار (س)

فاذا كان ص_١ هو ١.٠٣٣ كج/السم المربع أى ١.٠٣٣ طن/المتر المربع
 $\gamma = ١$ طن/المتر المكعب للمياه العذبة

$$\text{فاذا فرضنا أن } ل = ١٠ \text{ متر فان مقدار } ع = \frac{١.٠٣٣}{١.٠٣٣} \text{ تقريبا}$$

ولما كان من الضرورى تجديد الهواء بداخل الجرس ليستنشق العمال

هواء نقياً فقد روى تزويد الجرس بهواء مضغوط من الخارج لاستيفاء الغرض المتقدم ولطرد الماء كلية من الجرس وبذا يتجدد الهواء دائماً بخروج جزء منه من تحت الجرس وفى هذه الحالة اذا كان

ص_١ = ضغط الجو عند سطح الماء فان ضغط الهواء اللازم على

$$\text{عمق } ل \text{ هو } ص_٢ = ص_١ + \gamma ل$$

فاذا كان ل = ١٠ م تقريبا

$$\text{فان } ص_٢ = ص_١ + \gamma ل \text{ تقريبا}$$

إذا كان

$$ص = ١٠٣٣$$

$$ل = ١٠٠ \text{ للماء العذب}$$

$$٢٥ \text{ للماء المالح}$$

ويجب أن يكون وزن الجرس أكبر من وزن حجم المياه الذي حل محله ولذا يجب إضافة أثقال من الحديد الزهر الى جسم الجرس وإلا تعذر تغويصه تحت الماء

ملابس الغواصين

الغواصين الذين يشتغلون تحت الماء يلبسون ملابس خاصة يجب أن تتوفر فيها الاشتراطات الآتية

- ١ - تكون وصلاتها محكمة لا ينفذ منها الماء
 - ٢ - تغطي كل الجسم ماعدا اليدين حتى يتمكن الغواص من تشغيل يديه
 - ٣ - تسمح بتمرير الهواء المضغوط لاستنشاق الغواص وعدم اختناقه
 - وتتكون ملابس الغواص من خوذة معدنية تغطي رأسه كله ويتصل بها خرطوم لتوصيل الهواء المضغوط وفي الخوذة نظارة زجاجية ليتمكن الغواص من الابصار وبها صمام لضبط الهواء المضغوط
 - ويغطي جسم الغواص كله لباس من المطاط محكم حول المعصمين ويتصل بلباس الغواص حبل يسمى حبل الأمان لرفع الغواص بواسطة عند الضرورة
 - ويحمل الغواصين بأثقال بأحذية ثقيلة جدا لحفظ توازنهم ومقاومة قوة التعويم
- الثاني - علب الهواء المضغوط (الثابتة)

تستعمل عادة لاساسات الكبارى وهى عبارة عن صناديق مفتوحة عنده اسفلها ولكنها مزودة بسقف وجوانب محكمة لا ينفذ منها الماء وتمتد الجوانب فوق السقف الى منسوب أعلا من منسوب سطح المياه على شكل صندوق محيط وتكون جزء دائما من جسم البناء تحت منسوب المياه أما الجزء الموجود أعلا من سطح المياه فانه يزال بعد اتمام العمل وأقصى عمق يستعمل معه هذا النوع من العلب هو ١١٠ قدم أو ضغط هواء مقداره ٥٠ رطل / البوصة المربعة وهو الحد الذى تحتمله

بينة الانسان السليم التكوين وكلما زاد الضغط وقرب من ٥٠ رطل / البوصة المربعة كلما زادت حالات الامراض الناشئة منه والهواء المضغوط يساعد في التغويص لانه عند خروجه من تحت قدم العلبة ومروره حول جوانبها من الخارج يقلل مقدار الاحتكاك بين جوانب العلبة والتربة التي تغوص فيها وبذا يكون مقدار الاحتكاك أقل من نظيره في حالة العلب المفتوحة والجزء الاسفل الذى تحت السقف ومحاط بالحوائط الشاملة للسكين يسمى غرفة العمل ولا يقل ارتفاعها عادة عن ٢ متر وهذه الغرفة هي التي ينزل اليها العمال من الانبوبة لاجراء الحفر .

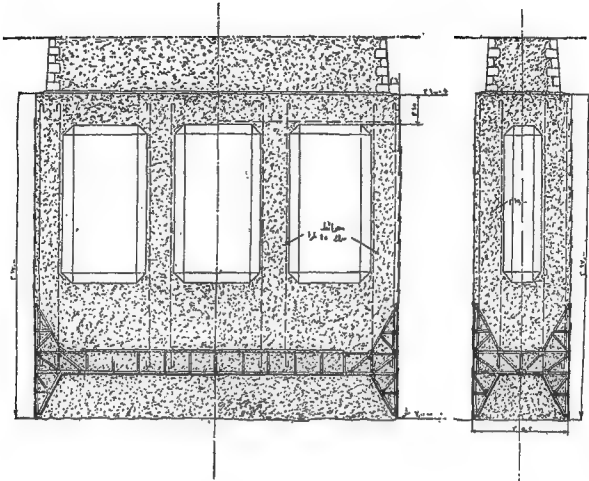
وتنشأ العلب عادة على البر وقد تنشأ على عوامات أو مراكب أو قاعدة من الخشب وتجهز بانبوبة أو أكثر لادخال الهواء المضغوط ولدخول العمال وخروجهم وكذا لرفع ناتج الحفر وانزال الخرسانة وبداخل هذه الانابيب سلام للنزول عليها وهذه الانابيب منتية بغرفة العمل التي هي عبارة عن كل الفراغ الذى بين حوائط العلبة ومغطاة بالسقف وفي النهاية العليا لكل انبوبة غرفة لحبس الهواء المضغوط من التسرب ولتمكين العمال من الدخول الى الانبوبة ومنها الى غرفة العمل وكذا من الخروج من غرفة العمل الى الانبوبة فالى الهواء الطلق وهذه الغرفة تسمى كوب وقد تستعمل أنابيب خاصة باخراج ناتج الحفر وادخال المون وكل الاجهزة من الاكواب الى أنابيب تمرير الهواء الى غرفة العمل يجب أن تكون محكمة وقاطعة للهواء .

وبعد أن يتم انشاء العلب تعوم الى موقع العمل ان كانت على البر ثم يصير التحميل فوق السقف بالخرسان لانزاله ويجب أن يكون السقف ذا متانة كافية لتحمل ثقل الخرسان اللازم لتغويص غرفة العمل وكذا يجب أن تكون متانة السقف كافية لمقاومة ضغط الهواء من أسفل وذلك في حالة ما يكون وزن الخرسانة مركزا على حوائط العلبة ويعمل السقف في حالة العلب الحديدية من كمرات والواح مبرشمة في اسفل الكمرات وفي نفس

الوقت الذى يجرى فيه تحميل السقف بالخرسان يشغل العمال بالحفر داخل غرفة العمل ويصير ازالة ناتج الحفر من داخل الانابيب بواسطة دلاء تدلى باليد أو بالآلات الرافعة وكذا يزال بالكسح داخل مواسير خاصة وذلك اما بواسطة الهواء المضغوط أو النافورة المائية وبذلك تبدأ العلة بالغوص وتستمر هذه العملية حتى تظهر المياه الجوفية للارض فيبدأ بزيادة الهواء المضغوط لطرد المياه خارج العلة ليتمكن العمال من العمل فى الجفاف ويجب ان يكون ضغط الهواء كافيا لذلك الغرض ويستمر التحميل بالخرسانة والحفر من غرفة العمل حتى يصل الحفر الى المنسوب المطلوب ويجب أثناء عملية الحفر ملاحظة توازن العلة حتى لا تحيد عن رأسيتها وكذا يجب تقوية السد المحيط المنشأ فوق سقف العلة بربطة حتى لا ينحني بتأثير ضغط المياه وعندما يستقر قدم العلة على المنسوب المقرر التغويص اليه يصير تمهيد القاع وتنظيفه وتميئته لملء غرفة العمل بالخرسانة ومن الضرورى استعمال ضغط هواء كاف لطرد الماء ثم تصب الخرسانة داخل مواسير وبمساعدة الهواء المضغوط توزع الخرسانة على مسطح قاعدة غرفة العمل وبعد ملء غرفة العمل تزال الأكواب وتملاء الانابيب ثم يبدأ بالبناء ويجهز العمال الذين يشتغلون داخل غرفة العمل بصفارة للاستنجد واعطاء الاشارات اللازمة

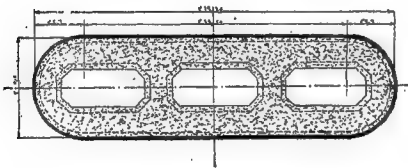
وقد يعمل محيط العلة كبير الاستفادة بالاحتكاك وفى مثل هذه الحالة لا يملأ الفراغ الموجود داخل العلة كله بل يترك جزء من الفراغ حتى لا تحمل الارض بضغط اكبر من قوة تحملها والاشكال ٢١١ و ٢١٢ و ٢١٣ تبين علة من هذا النوع

الكوب — الكوب عبارة عن غرفة ذات باين حوى مجهزين باطارين من المطاط لاحكام قفلهما ويقفلان بواسطة الهواء المضغوط والباب (ح) بين الكوب والهواء الطلق والباب (ب) بين الانبوبة والكوب ويجهز الكوب أيضا بمحبسين احدهما موصل للهواء الطلق و الثانى موصل للانبوبة



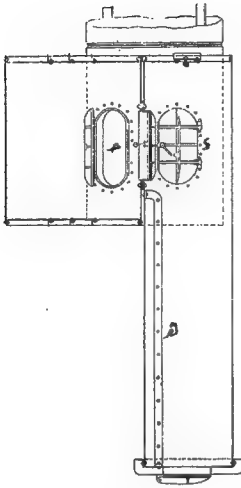
شكل ٢١١

شكل ٢١٢

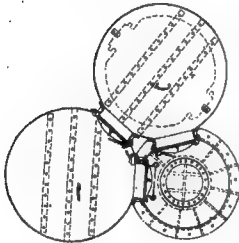


شكل ٢١٣

والهواء المضغوط موصل بماسورة للانبوبة في نقطة تحت الباب (ى) فاذا أريد دخول غرفة العمل يصير فتح الباب (ح) الى داخل الكوب والدخول الى الكوب ثم غلق الباب (ح) وفتح المحبس الذى بين الانبوبة والكوب لادخال الهواء المضغوط الى الكوب مع ملاحظة قفل المحبس الآخر فعندما يتساوى ضغط الهواء داخل الكوب وفي الانبوبة يفتح الباب (ى) بسهولة



شكل ١١٠



شكل ١١٦

وأحيانا تستعمل أبواب أفقية فتفتح من تلقاء نفسها تحت تأثير ثقلها ويصبح ممكنا للعامل أن ينزل الى غرفة العمل ثم يفتح المحبس الذي بين الهواء الطلق والكوب مع فتح المحبس الآخر فيقفل الباب (و) بضغط الهواء من داخل الانبوبة

وإذا أريد الخروج من غرفة العمل يقفل المحبس الذي بين الكوب والانبوبة وكذا الباب (ح) بواسطة عامل في الكوب . ثم يفتح المحبس الموصل الكوب بالانبوبة وعند ما يتساوى الضغط داخل الكوب وداخل الانبوبة يسقط الباب (و) ويمكن بذلك الخروج من الانبوبة الى الكوب ثم يقفل الباب (و) وكذا المحبس الموصل الكوب بالانبوبة ويفتح المحبس الآخر تدريجيا حتى ينقص ضغط الهواء داخل الكوب الى نظيره خارجها فيمكن لمن بداخل الكوب الخروج الى الهواء الطلق والانبوبة مجهزة بسلم (هـ) والكوب مجهز بمقياس لضغط الهواء وبصمام أمن والاجهزة اللازمة لتوليد الهواء المضغوط هي

آلة بخارية أو ما يقوم مقامها تدير مضاعط للهواء ومولد كهربائي لانهارة غرفة العمل وللإضاءة أثناء الليل والشكاين ٢١٥ و ٢١٦ بينان الكوب (ا) والانبوبة (ب) ويمر الهواء المضغوط على آلة تبريد لأن عملية الضغط تولد حرارة

في الهواء وقد يستعمل الهواء المضغوط لتشغيل مطارق هوائية في غرفة العمل اذا اعترض التهوية أحجار صماء وفي تلك الحال يكون ضغط الهواء من ٥ الى ٧ أجواء (ضغوط جوية) وكذا قد يستعمل الهواء المضغوط في كسح التربة التي تحفر من قاع غرفة العمل اذا كان نوعها يسمح بذلك كما هو الحال في الرمال والطين فيكوّم ناتج الحفر حول ماسورة خاصة بالكسح بجهاز بصمام لادخال الهواء اليها عند الضرورة ويسلط عليه تيار مستمر من الهواء المضغوط

وماسورة الكسح هذه تكون عادة من قطر ٥ أنص٤٤ ومجهزة بكوع في أعلاها لالقاء ناتج الحفر أفقيا وبخروط مرن في أسفلها يتصل بغرفة العمل وهذه الطريقة سريعة جدا في التخلص من ناتج الحفر بحيث لا يحتاج الأمر لفتح الصمام الا مدة قصيرة وكثيرا ما يحتاج لتغيير الكوع نظرا لتآكله من فعل الرمال

وتتوقف سرعة تهوية العلب على جملة عوامل منها مقدار الاحتكاك الجانبي وما يصادف أثناء التهوية من عقبات

أمراض عمال العلب الهوائية

اذا زاد ضغط الهواء عن مقدار تحمل العمال الذين يشتغلون داخل غرفة العمل فأن السوائل التي بداخل أجسام العمال تمتص كميات كبيرة من الهواء وعند ما يقل ضغط الهواء بسرعة فأن الهواء الذي امتص أثناء زيادة الضغط يخلى سيّله بسرعة اكبر مما يحتملها الجسم ويتسبب عن ذلك حدوث ققاييع بالدم والانسجة والمفاصل قد يؤدي الى قطع أوعية الدم وكثيرا ما تحدث وفيات من ذلك

وعلاج ذلك يكون بوضع المريض تحت هواء مضغوط ثم تخفيف الضغط تدريجيا ولذلك يجب الاستعداد بغرفة من غرف حبس الهواء المضغوط أو الاكواب تسمى مستشفى وتكون ذات اتساع كاف فيوضع المريض فيها تحت الهواء المضغوط. حتى يمتنع تسرب الهواء الذي في جسمه ثم يصير تخفيف الضغط تدريجيا ولذا فيجب الكشف على العمال

طيبا واختيار السليم منهم وعمل ورديات من العمال (فرق تبادل العمل مع بعضها) لان العمل يستمر ليلا ونهاراً حتى لا يرهق العمال وحتى تقل حوادث الوفيات بقدر المستطاع وكذا يجب تخفيف الضغط تدريجياً ويطء قبل خروج العمال الى الهواء الطلق ويحسن أن يتناول العمال شيئاً ساخناً قبل الخروج من الكوب أو أن يتدشروا بلباس آخر للتدفئة والمدة التي يمضونها في الكوب يحسن أن يمضوها في حركة وفي تدليك مفاصلهم وأجسامهم فأن في ذلك وقاية لهم والشعور الذي يحدث به العامل عند دخوله الكوب واستنشاق الهواء المضغوط هو ارتفاع في الحرارة ودوار وتأثير على حاسة السمع وضيق في التنفس وضغط على القلب

والمدة التي تقضيها كل وردية في العمل بدون راحة تختلف من ساعة الى ٤ ساعات ثم تستريح الوردية ثمان ساعات وتعود الى العمل ومدة تشغيل كل وردية تختلف حسب الضغط فكلما صغر الضغط كلما زادت مدة عملها

الباب الثاني عشر

التنكيس وتقوية الاساسات

قد يحدث أن تتداعى الاساسات التى تم تشييدها وقد يكون ذلك نتيجة عدم استيفاء المباحث الخاصة بفحص التربة فينشأ عن ذلك خطأ فى اختيار الموقع واختيار الطبقة التى يشنيد عليها الاساس كما أنه قد يكون التداعى نتيجة لخطأ فى تصميم ابعاد الاساس ويكون التداعى فى مثل هذه الاحوال بسبب هبوط مفرط أو هبوط غير متساو فى التربة التى تحت الاساس كما انه قد يكون بسبب زحف التربة أو نحرها من تحت الاساس وكذا يكون بسبب الانزلاق

وقد يحدث التداعى نتيجة لاستعمال مواد من أنواع رديئة أو من رداءة الصناعة نفسها فتصبح الاساسات بذلك ضعيفة لا تقوى على تحمل الضغوط المولدة عليها وينشأ عن ذلك تفتت المواد والمون المكونة للاساس

ففى حالة ظهور أى دلالة على تداعى الاساس كشروخ فى البناء الذى يعلوه أو انزلاق أو انحراف الى جهة ما فيجب الكشف على الاساس لمعرفة نوع المواد المصنوع منها وحالة صناعته وتعمل مباحث جديدة عن الطبقة من التربة التى شيد فوقها ومعرفة قوة تحملها بعمل تجارب تحميل جديدة ومن الكشف على الاساس وفحص التربة يمكن معرفة أسباب التداعى ثم معالجته حسب ما تستدعيه الحالة اما بازالتة أو بتقويته أو بتقوية التربة التى تحته فإذا وجد أن الاساس موضوع على تربة ذات قوة تحمل كافية وأن التداعى ناشئ من سوء الصناعة فإن كانت ابعاد الاساس كافية فيمكن تلافى الاضرار بعمل سقى بالاسمنت اللباني للاساس ان كان من خرسانة الاسمنت والرمل ويكون ذلك بواسطة مواسير رأسية وصب الاسمنت اللباني منها

الى داخل ثقب تعمل في الاساس كما سبق شرحنا ذلك في حالة تقوية
فرش قناطر الدلتا

وقد يضغط الاسمنت من طلبية أو بواسطة الهواء المضغوط وفي هذه
الحالة تسمى العملية حقن الاساس بالاسمنت اللباني وكذا يستعمل الالمان
الحقن بالمواد الكيماوية السابق التنويه عنها

وكذا يستعمل الحقن بالاسمنت وصب اللباني في الاساسات التي تكون
مصنوعة من الاحجار أو الطوب بمونة الاسمنت والرمل والغرض من السقي
بالاسمنت أو الحقن هو ملء المسام الموجودة في مواد الاساس



شكل ٢١٧

فأن وجد أن اسباب التداعي ناشئة من وجود الماء في التربة فيعمل مصرف من
الفخار الحجري حول موقع البناء لصرف المياه من التربة وتعالج الفجوات
بالسقي أو الحقن بالاسمنت اللباني

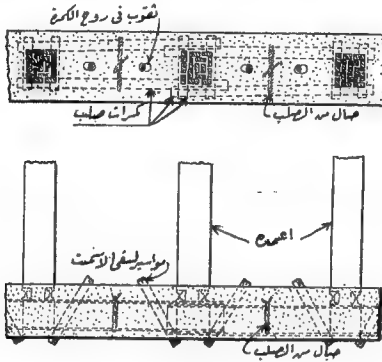
فان وجد انه ناشئ من ضعف التربة فتعالج الحالة بحقن التربة بالاسمنت
اللباني أو المواد الكيماوية بنجاح في بعض الاحيان

فأن وجد أن مواد الاساس سليمة وأن التداعي ناشئ عن صغر مسطحة
فأحيانا يصير تكبير مسطح الاساس ان كان من المبانى بالدقشوم (Rubble)
بعمل بروز للاساس من الخرسانة ويصير تسليحه بواسطة كمرات تربط مع
بعضها بمسامير تمر داخل الاساس القديم كما هو مبين بالشكل ٢١٧

وان كانت الاساسات المتداعية لاعمدة متجاورة فيمكن للاقتصاد وصل
أساسات الاعمدة ببعضها بحيث يصبح الاساس متصلا تحتها ويعمل من
الخرسانة المسلحة باسياخ أو كمرات قديمة كما هو مبين بالشكل ٢١٨

أما اذا كان التداعي ناشئاً عن رداءة أنواع المواد المستعملة أو عن صغر

مسطح الأساس المتداعى من حيث ابعاده فيزال ويعمل اساس جديد يفي بتحمل الضغوط الناشئة على الاساس اذا كان ذلك لا يكلف كثيرا واذا كانت حالة الاساس تحتم ذلك وفي هذه الحالة تنكس المباني بأحدى الطرق الآتية



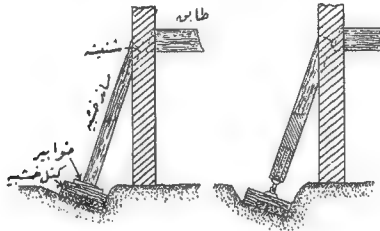
شكل ٢١٨

فاذا كان التداعى نتيجة للزحف الناشئ عن نعومة جبات التربة وذلك بتأثير الضغط الواقع عليها فيحوط المكان بخوازيق لوحية وتعالج الفجوات التي نشأت عن الزحف بالسقي أو الحقن بالاسمنت اللباني كما انه قد ترك الاساسات المتداعية في اماكنها دون هدمها وتعمل اساسات جديدة من الخوازيق تحمل المباني عليها وتصبح بذلك الاساسات القديمة غير عاملة وهذه الحالة ايضا تستدعى تنكيس المباني كما انه قد تقوى الاساسات المتداعية بالحفر تحتها والوصول ببناء الأساس الى طبقة اصلح من الموجود عليها

طرق التنكيس

التنكيس من العمليات الدقيقة والتي تحتاج الى عناية خاصة في التنفيذ والى خبرة كافية وعمليات التنكيس عبارة عن قسمين
الأول — سند وحمل البناء الذى فوق الأساس المتداعى وتجهيز الوسائل

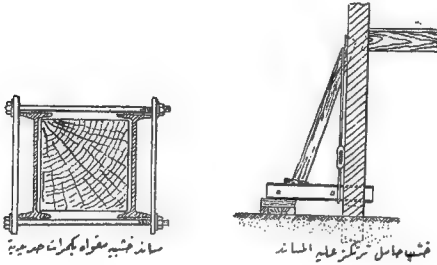
والاجهزة اللازمة لذلك حتى يمكن الحفر حول الاساس المتداعى وتحت لهدمه أو تقويته
والقسم الثانى هو تقوية الاساس المتداعى أو انشاء الاساس الجديد وهذا هو الجزء
الهام من العمل ويستعمل فى التنكيس عادة صلب المباني التى فوق الاساسات
لسندها (Shoring) بواسطة المساند (Shores) وهى عبارة عن كتل طويلة من
الخشب كالمبين فى الشكل ٢١٩ توضع فى وضع مائل وترتكز فى طرفها الاعلا على



شكل ٢١٩

الحائط داخل ثقب تعمل فى الحائط (Niches) والمعروفة بالشنايش وترتكز
المساند عند نهايتها السفلى على قاعدة قوية من الكتلة الخشبية يكون مسطحها
كافيا لتوزيع الحمل المنقول الى التربة وتكون الكتلة ايضا ذات قطاع كبير
ويحسن أن تعمل من طبقتين متعامدتين فى اتجاه اطوالها كما هو مبين بالرسم
ويراعى فى وضع المساند أن تكون فى وضع يقرب من الوضع الرأسى
حتى لا يكون مقدار رد الفعل الواقع على الحائط عند أعلا المساند كبيرا
كما يراعى أن ترتكز نهاياتها العليا على الحوائط مقابل أحد الطوابق حتى
يتلافى بذلك كسر الحائط من تأثير الضغط الواقع عليها عند نقط الارتكاز
ويجب ملاحظة أن ترتكز رؤوس المساند على الحائط بكامل مسطحها
وخصوصا فى حالة الاحمال الثقيلة وقد يصب حول الرأس وتملأ الشنيشة
بالأسمنت اللباني لضمان ذلك كما أنه يراعى وضع خواير (Wedges) عند
قدم المساند واحكامها تماما حتى يضمن أن كل الحمل ملقى على المساند وقد

تستعمل خواير حديدية بدلا من خواير خشبية فأذا روى أن الاحمال كبيرة جدا فيحسن تقوية المساند قبل وضعها بكرات حديدية أو بجارى حديدية كما هو مبين بالشكل ٢٢٠

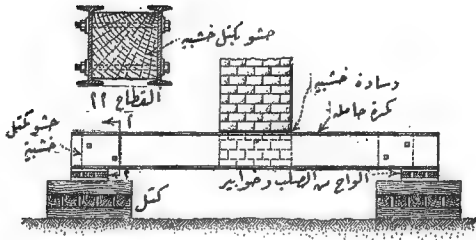


شكل ٢٢٠

وبعد أن توضع المساند القوية لسند البناء تصصح الاحمال الواقعة على الاساس أقل بكثير منها قبل سند البناء

ولحل الجزء من البناء الواقع بين ردوس المساند والأرض يصير وضع اعتاب حاملة (Needles) في وضع افقي داخل شنيشة في الحائط بالقرب من اسفلها كما هو مبين بالرسم وهذه الاعتاب ترتكز من احد طرفيها على القاعدة التي يرتكز عليها المسند وفي طرفها الآخر اما على قاعدة اخرى واما على الحائط نفسها كما هو مبين بالرسم

وقد يستغنى عن صلب المبانى بواسطة المساند ويكتفى بوضع اعتاب حاملة قوية داخل شنايش في الحوائط عند نهاياتها السفلى بحيث ترتكز هذه الاعتاب على قاعدتين من كتل خشبية ذات مسطحات كبيرة لتوزيع الاحمال وتكون احدى القاعدتين خارج البناء والثانية داخله وتكون هذه الاعتاب عادة عبارة عن كمرات حديدية (I Beams) ويجب مراعاة استعمال كمرات قوية تفي بتحمل الجهود التي تقع عليها من تحميلها بالبناء ويجب أن يكون اختيار مقاطعات الكمرات نتيجة لحساب دقيق كما هو مبين بالشكل ٢٢١



شكل ٢٢١

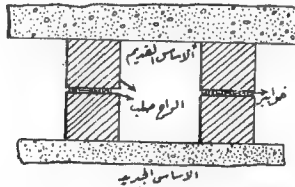
فما سبق بينا الطرق المختلفة لسند البناء المشيد فوق أساس متداعي وطرق تقوية الأساسات

وفيما يلي سنشرح الحالات التي تستدعي الحفر تحت البناء وكيفية اجراء هذا الحفر يجب قبل الحفر مراعاة نقطتين هامتين

فالأولى المحافظة على عدم تفكيك الأرض تحت الأساس أثناء الحفر حتى لا ينهار فينشأ عن ذلك كسر الأساس

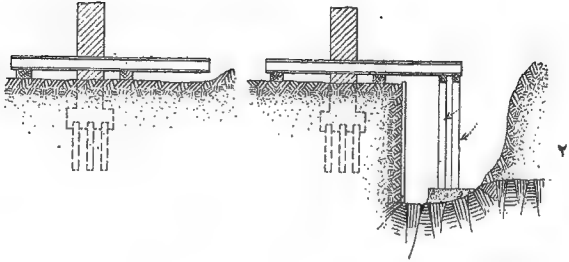
والثانية ضمان القاء حمل البناء على الأساس الجديد وذلك بادخال

خراير حديدية بين الاساسين القديم والجديد لضمان تحميل الأساس الجديد وتوزيع الحمل عليه كما هو مبين بالشكل ٢٢٢

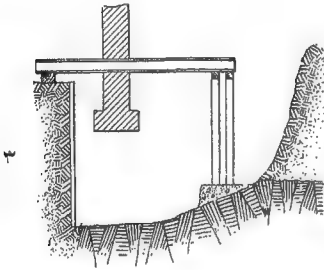


شكل ٢٢٢

ويعمل التنكيس عادة في الحالات التي تستدعي الحفر تحت الأساسات المتداعية لتقويتها ويعمل الحفر مع سند جوانبه جيداً بشدة قوية الا اذا سمحت طبقة التربة بالحفر بغير شدة ثم يصير عمل كتل

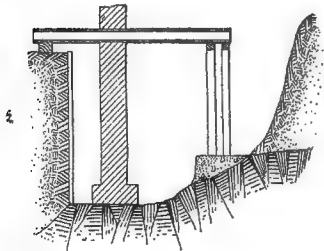


شكل ٢٢٣

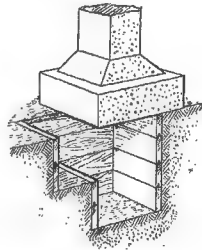


شكل ٢٢٤

٢٢٥ و ٢٢٦ تبين الخطوات التي تتبع في الحفر تحت أساس قديم وشد جوانب الحفرة



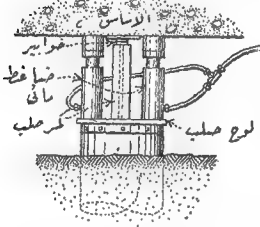
شكل ٢٢٥



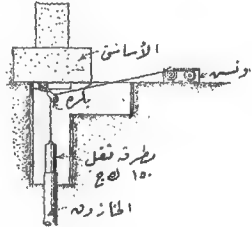
شكل ٢٢٦

خرسانية أو بناء بالطوب تحت
الاساس المتداعي أو عمل
خوازيق أو تغويص آبار
Tubes (Cylinders)
(أنابيب) أو علب Caissons
وفلها بالخرسانة وبعد بناء
الاساس الجديد يصير احكام
وصله مع الاساس المتداعي
بالواح من الصلب بينها خواير
حديدية والاشكال ٢٢٣ و ٢٢٤

فإذا كان الحفر سيصل الى منسوب منخفض عن منسوب الماء الجوفي فيستعمل ما يسمى بالاساسات العميقة للتكليس فتغوص أنبوبة من الصلب الى العمق المطلوب ثم تملأ بالخرسانة ويكون تغويز الانابيب بواسطة الدق عليها بمطرقة متصلة بونش كما في الرسم ٢٢٧ أن سمح بذلك الفراغ الموجود واما بمضاغط مائية Hydraulic Ram كما هو مبين بالشكل ٢٢٨



شكل ٢٢٨



شكل ٢٢٧

ويحسن قبل ازالة المضاط المائية وضع قوائم من الكمرات الحديدية بين راس الخازوق والاساس المتداعى ووصل الكمرات عند رؤوسها مع الاساس المتداعى بخواير من الحديد يحكم وضعها حتى لا يرتد الخازوق بعد رفع المضاط والشكل ٢٢٨ يبين ذلك

فإذا كانت الحوائط التي ستحمل على الاعتاب الحاملة من الاحجار او الطوب فيحسن ادخال وسادات من الخشب بين سطح الكمرات من أعلا وبين سطح الشنيشة لتركز الحائط على الوسادة الخشبية فوق سطح الكمر

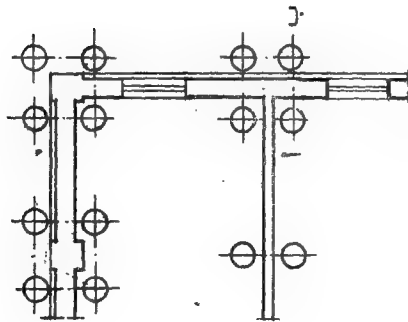
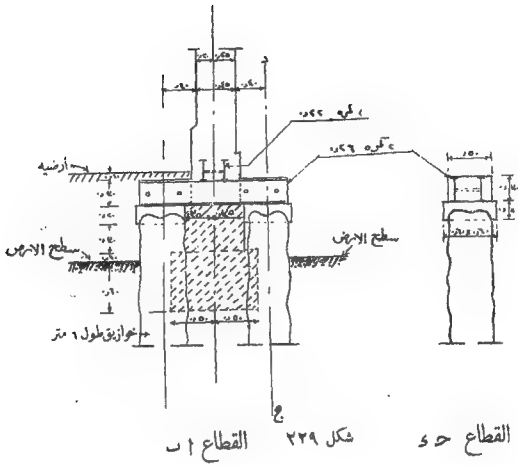
ويجب ملاحظة عمل مسطح القواعد الخشبية التي ترتكز عليها الكمرات الحاملة كبيراً بدرجة لا يحدث معها هبوط تحت القواعد ولوقاية الكمرات نفسها من الانقلاب على جنبها يحسن تكبير قاعدتها بربط كل كمرتين مع بعضهما بجاويزات تمر من قطعة خشب بين الكمرتين كالمبين بالشكل ٢٢١

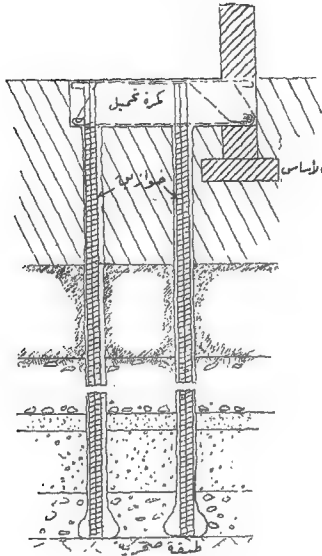
وقد تستعمل قواعد خرسانية لتركز عليها الكمرات بدلا من القواعد

الخشبية كما تستعمل اعمدة من الخشب متواة بمساند مائلة على شكل ابراج
فأن خيف من الحفر تحت الأساسات لغرض تنكيسها وتقويتها فيترك.
الاساس القديم دون أن يمس ويصير تحميل البناء على خوازيق يوضع فوقها
كمرات تحميل بعد أن تغطي رأس كل خازوق بغطاء من الخرسانة يكون
ككرسى ترتكز عليه كمرة التحميل وتوضع الخوازيق على مجاميع مكونة
من ثلاثة أو أربعة خوازيق وتوضع الكمرات فوقها على شكل مثلث أو على
شكل مربع وتكون هذه الخوازيق عادة من النوع الذى يصبى أما كنه حتى
لا يتأثر البناء المتداعى بشدة دق الخوازيق السابق تشكيلها وزيادة فى الحيطه
تستعمل الخوازيق المضغوطة لتلافي آثار أى دق مهما كان خفيفا وتوضع
كمرات التحميل فوق رؤوس الخوازيق بعد عمل شنائش لها فى الحوائط
المقامة فوق الأساسات ثم تربط مع بعضها بمسامير وتغطي الكمرات
بصندوق من الخرسانة وتوضع كمرات تحميل أخرى فى طول الحائط وترتكز
على رؤوس كمرات التحميل المرتكزة على رؤوس الخوازيق والكمرات
التي فى طول الحوائط يكسر لها من عرض الحائط فى الجانبين مسافات.
تكفى لأن تدفن الكمرات داخل الاجزاء المكسورة من الحائط بحيث
تكون على بعد من واجهة الحائط لا يقل عن ١٥ سم

نسوق على سبيل المثال ما عمل فى محطة القوة لمجارى مدينة السويس التى
كان قد تداعى بناؤها بسبب نحر التربة من تحت الأساسات لتثعبها بالماء
ولاسباب أخرى والشكلين ٢٢٩ و ٢٣٠ يبينان مسقطا أفقيا وواجهة لخازوقين.
وقطاعا لأحد الخوازيق وقد وضعت خوازيق داخل البناء وخارجه كما هو
مبين بالمسقط الأفقى والواجهة

فأن تعذر وضع خوازيق داخل البناء فتعمل جميع الخوازيق خارجه
وتكون كمرات التحميل التى ترتكز على الخوازيق فى هذه الحالة كأنها
كوابيل (Cantilevers) كما هو مبين بالشكل ٢٣١





شكل ٢٣١

ملحوظات

يجب عدم التهاون في الكشف على التربة لآعماق كبيرة الى أن الوصول الى طبقة صالحة للتأسيس عليها أو الى عمق تكون معه قوة المقاومة بالاحتكاك اكبر من الضغوط المولدة عن المنشآت بمقدار 0.50 أو 1.00 . ويجب أثناء الكشف على التربة معرفة أسباب تداعي البناء فتفحص كل طبقة فحصاديقا يجب عمل تجارب تحميل على التربة لمعرفة قوة تحملها قبل تقرير الطريقة التي ستتبع وكذا يجب الكشف على الأساس نفسه وفحصه فحصاديقا عمليات الحقن بالأسمنت اللباني وبالمواد الكيميائية لا يكون أثرها فعال الا في أنواع التربة المسامية كالخصا والرمال الحريشة وما اليها اما الطين المندمج الرفيع الحبات فمعالجته بطرق الحقن غير مجدية

الباب الثالث عشر

المواد المستعملة فى الاساسات

الخرسانة

لضمان الحصول على خرسانة جيدة يجب أن تكون جميع المواد المركبة منها جيدة وتفى بالمواصفات الهندسية وكذا يجب أن تكون الصناعة جيدة وأن تكون العوامل الجوية مناسبة وبما أن الخرسانة تركب من

١ — اسمنت

٢ — رمل

٣ — حصا أو كسر احجار وما اليها

٤ — ماء

فسنذكر فيما يلى الاشتراطات التى يجب أن تتوفر فى كل على حده لضمان صلاحية الخرسانة وجودتها

الاسمنت

ينقسم الاسمنت الذى يستعمل للخرسانات الى ثلاثة اقسام

١ — الاسمنت البورتلندى العادى

٢ — الاسمنت البورتلندى السريع التجمد كالفر وكريت

٣ — الاسمنت الاليومينى وهو سريع التجمد ايضا كالاسمنت فوندى

ويستعمل الاسمنت البورتلندى العادى فى الحالات العادية أما الحالات التى لها صفة الاستعجال فيستعمل فيها الاسمنت السريع التجمد سواء بورتلندى أو اليومينى ولكن الاخير غالى الثمن جدا نظرا لغلاء معدن (البوكسيت) (Bauxite) المصنوع منه النوع الاليومينى

والاسمنت البورتلندى بنوعيه يجب أن يختبر قبل استعماله وأن يفى

بمواصفات المعيار البريطانى (British Standard Specifications)
أما الاسمنت الاليومينى فهو يفي بمواصفات المعيار البريطانى إلا ان نسبة الجير
التي فيه اقل من نظيرتها فى الاسمنت البورتلندى وهذا ليس دليل على أن
الاسمنت الاليومينى اقل قيمة من الاسمنت البورتلندى بل على انه نوع
آخر خلاف الاسمنت البورتلندى

والانواع الجيدة من الاسمنت الاليومينى تتحمل شدا مقداره
٤٥٠ رطل / البوصة المربعة بعد مضى ٢٤ ساعة وضغطاً مقداره ٥٠٠٠
رطل / البوصة المربعة بعد مضى نفس الزمن اذا كانت المونة من ١ : ٣
اسمنت ورمل وهذا يدل على أن الخرسانة التي تعمل بمونة مكونة من اسمنت
اليومينى ورمل تحرز قوة بعد ٢٤ ساعة ماثلة لأقصى قوة تحرزها الخرسانة
المصنوعة بمونة مكونة من اسمنت بورتلندى عادى ورمل وقد استعمل
الاسمنت الاليومينى فى صناعة الخوازيق وامكن دقها بنجاح بعد مضى
٢٤ ساعة فقط ومن خواص الاسمنت الاليومينى انه يتولد عن شكه ارتفاع
كبير فى درجة الحرارة بسبب التفاعل الكيماوى الذى يسبب سرعة تجمد
الاسمنت ويجب ملاحظة أن تكون كل الاجهزة التي تستعمل فى خلط
وتجهيز الخرسانة المستعمل فيها الاسمنت الاليومينى نظيفة جداً وخالية من
كل مواد غريبة وبمجرد انتهاء الاسمنت من شكه أى بعد مضى مدة من اربعة
الى ستة ساعات يجب بل الخرسانة باستمرار الى أن يمضى ٢٤ ساعة على خلطها
وذلك لأعاضة الماء الذى يتبخر بسبب ارتفاع درجة حرارة الخرسانة
ويجب ملاحظة أن الاسمنت السريع الشك لدرجة انه يحتاج فى شكه لوقت
أقصر من الوقت اللازم لخلط الخرسانة ووضعها فى مكانها لايصلح للاستعمال

الحصا وكسر الاحجار

تكون من الأنواع الصلبة المندمجة النظيفة الخالية من المواد العضوية والقلوية
ولا تحوى مواداً ناعمة وتكون خالية من كل المواد التالفة والمضرة بالخرسانة

ويجب أن تكون غير مغطاة بالطين أو الطينة الرملية (Loam) لأن وظيفة الاسمنت هي أن يلصق بالحصى أو كسر الأحجار والرمال ويتماسك معها فإذا كانت هذه مغطاة بالطين أو الطينة الرملية فإن الاسمنت لا يتماسك إلا مع الطين والطينة الرملية وفي مثل هذه الحالة تكون قوة الخرسانة قائمة على التماسك بين الرمال والحصى مع الطين والطينة الرملية وفضلا عن ذلك فإن الطين وما إليه يختلط بالاسمنت ويمنعه من الشك والتجمد

ويمكن اختبار نظافة الحصى أو كسر الأحجار بوضع كمية منها في زجاجة من الماء فإن الطين ينفصل ويكون طبقة مستقلة ويمكن بمقاسها معرفة نسبة الطين الموجود ويمكن التخلص من هذه المواد الطينية بغسل الحصى غسلا جيدا إن كانت نسبتها قليلة حوالي $\frac{3}{4}$ ولذا يجب غسل الحصى وكسر الأحجار قبل استعمالها لضمان نظافتها

وكل حصى أو كسر أحجار يحتوى على مواد عضوية (نباتية أو حيوانية) يجب أن يرفض

ويمكن معرفة وجود المواد العضوية بالحصى بطريقة عملية سهلة وذلك بوضع جزء من الحصى داخل زجاجة بها $\frac{3}{4}$ من الصودا الكاوية (Caustic Soda) ورج الزجاجة ثم مشاهدة لون مزيج الصودا بعد ٢٤ ساعة فإن كان أصفر باهتا (Pale Yellow) فهذا دليل على أن الحصى نظيفا وخاليا من المواد العضوية

أما إن كان أصفر فاقعا أو اسمر (Marked Yellow or Brown) فهذا دليل على وجود مواد عضوية

ويلاحظ أن يكون حجم مزيج الصودا الكاوية مساويا لحجم الحصى الذى يوضع داخل الزجاجة لاختباره

أما إن كان الخرسان من المواد الصناعية ككسر الطوب والجلبخ (Clinker) فيجب أن تكون هذه المواد خالية من الفحم (Coal) أو الفحم الذى استهلك جزئيا (Partly Consumed) وإلا فإن الخرسانة تكون معرضة لخطر

التقدم بعد شكها

أما الفحم الحجري (Coke Breeze) فقد استعمل بكثرة وينجح في الخرسانات الغير معرضة لضغوط كبيرة ويجب أن يكون خاليا من الفحم (Coal) ولا يجب بأى حال من الاحوال استعمال الجملخ او الفحم الحجري في الخرسانة المسلحة خوفا من تسرب الماء الى داخل الخرسانة وأتلاف حديد التسليح بتأكسده وصدأه

أما كسر الطوب فيجب تنظيفه من المواد الغريبة كالمونة قبل استعماله والطوب المصنوع من مواد تحوى كبريتا (Sulphur) كالطين المشتعل على (بيريت) (Pyrites) يجب عدم استعماله في الخرسانة لان الخرسانة تكون قابلة للارتفاع بعد شكها وبالاخص اذا كانت في مكان رطب

ويجب اشباع كسر الطوب بالماء قبل استعماله حتى لا يمتص الماء المستعمل لخلط الخرسانة واللازم لشكها وكذا كل المواد المسامية التى تستعمل في الخرسانة يجب اشباعها بالماء قبل استعمالها

لانه اذا لم تعط الخرسانة الماء الكافى لشكها فانها تكون ضعيفة وقابلة للتشقق وبعض المواد المسامية تمتص الماء ببطء فيحسن اذن غمر المواد المسامية في الماء قبل خلط الخرسانة بمدة ٢٤ ساعة

الرمل

يجب أن يكون حرسا ونظيفا صلبا متينا غير مغطى بمواد غريبة خال من التراب (Dust) والكتل (Lumps) والذرات الناعمة وكذا خال من الطفيل (Shales) والمواد العضوية والقلويات والطين والطين الرملى ويجب أن يمر من مهزة ١ بوصة .

ويتخير كما سبق أن بينا في الحصى بالماء لظهور نسبة المواد الناعمة وبالصدوا الكاوية لظهور المواد العضوية

الماء

يجب أن يكون الماء رائقا خال من مخلفات المصانع (Factory Refuse) وما إليها ويمكن استعمال ماء البحار (See Water) ولوانها تؤخر شك الخرسانة وكل ماء يصلح للشرب يمكن استعماله لخلط الخرسانة

كمية الماء المستعمل

لكمية الماء اثر كبير في قوة الخرسانة فيجب أن يستعمل الماء الكافي لجعل قوام الخرسانة مبتلا بالدرجة التي يمكن معها أن تبرز الخرسانة أقصى قوتها ولكن يجب ملاحظة أن كل زيادة في الماء عن ذلك تسبب ضعف الخرسانة والماء الذي يستعمل في خرسانة الاساسات النير المسلحة يجب أن يكون بمقدار يسمح بأن يتخلل الماء كل فجوات المواد المكونة للخرسانة عند دكها وبحيث تكثر الخرسانة جسما مندمجا

اما في الخرسانة المسلحة فيجب أن يستعمل ماء بكمية اكبر حتى يسمح للخرسانة أن تملأ الفراغ الذي تحت الاسياخ والذي بين الشده والاسياخ وفيما يلي جدول مبين به كمية الماء اللازمة للخرسانة المسلحة بحيث تعطى أحسن النتائج بمواد جافة غير ماصة للماء (Non Absorbant)

ملحوظات

- ١ — اذا كانت المواد المستعملة من الأنواع الماصة للماء فيجب اضافة كمية من الماء الى ما هو مبين بالجدول بحيث تكون الاضافة كافية لتعوض أكبر كمية ممكن أن تمتصها المواد
- ٢ — اذا كانت المواد مبللة فيصير تخفيض كمية الماء المبينة بالجدول والحد الأدنى الذي تخفض اليه كمية الماء هو المين بالخانة رقم ٨

المسألة		المسألة		المسألة				وزن المواد لكل شيكارة من الأسمنت بالرطل				الملاحظة
للكل باردة مكعبة من الرمل والحصا	للكل شيكارة من الأسمنت بالجارون	رطل من الأسمنت	بالرطل لكل شيكارة ٢٠٠ رطل من الأسمنت	حجم المواد بالقدم	المكعب لكل شيكارة	٢٠٠ رطل من الأسمنت	شيكارة من الأسمنت	١				
١٢	١١	١٠	٩	٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١	
١٥ر٤	١٥ر٢	١٥٢	٩٦	٥٦	١٧ر٧٧	٨ر٨٨	٢ر٢٢	١ر٦٠٠	٨٠٠	٢٠٠	٨ : ٤ : ١	
١٧ر٣	١٢ر٨	١٢٨	٧٢	٥٦	١٣ر٣٣	٦ر٦٦	٢ر٢٢	١ر٢٠٠	٦٠٠	٢٠٠	٦ : ٣ : ١	
٢١ر١	١٠ر٤	١٠٤	٤٨	٥٦	٨ر٨٨	٤ر٤٤	٢ر٢٢	٨٠٠	٤٠٠	٢٠٠	٤ : ٢ : ١	
٢٤ر٩	٩ر٢	٩٢	٣٩	٥٦	٦ر٦٦	٣ر٣٣	٢ر٢٢	٦٠٠	٣٠٠	٢٠٠	٣ : ١ : ١	
٣٢ر٤	٨ر٠	٨٠	٢٤	٥٦	٤ر٤٤	٢ر٢٢	٢ر٢٢	٤٠٠	٢٠٠	٢٠٠	٢ : ١ : ١	

حديد التسليح

يلزم ان يكون الحديد خاليا من الصدأ او البوية او المواد الدسمة وأن يراعى في تقسيط الأسياخ أن لا يكون بأحدها انحراف من مركزها أكثر من نصف قطره على أن لا يتجاوز الانحراف أكثر من ٦ ملميمترات بأى حال من الاحوال ويقتضى عمل الاربطة اللازمة من السلك للحصول على هذه النتيجة ويلزم أن تكون حدايد التسليح من قطعة واحدة على قدر الامكان واذا اقتضى الحال عمل وصلات من قطعتين أو أكثر فيلزم أن تجمع الاطراف بطول يعادل أربعين مرة قطر السيخ على الاقل وذلك ابتداء من آخر التجنيش الذى يلزم عمله لكافة أطراف الاسياخ على شكل نصف دائرة قطرها يعادل ٤ مرات قطر السيخ ويحسن عدم استعمال اللحام لقطع أسياخ التسليح .

والتجنيش يجب أن يعمل على البارد ومن المهم أيضا في ثنى قضبان التسليح وعلى الخصوص كبيرة القطاع أن يلوى السيخ تدريجيا وبكل اعتناء من غير أن يتخلل ذلك اهتزاز شديد كي لا يحدث بها كسر أو شرخ والمستعمل الآن عادة لتسليح الخرسانة هو الصلب الطرى الذى تفوق مقاومته مقاومة الحديد . ومزاياه على العموم تعوض كثيرا من زيادة ثمنه عن الحديد .

وخواص الصلب المستعمل عادة هي :

- (أ) معامل التمدد ٦٥.٠٠٠.٠٠٠.٠ لكل زيادة في درجة فراميت
- (ب) معامل المرونة في حالى الشد والضغط في المقاييس الانكليزية يعتبر ٣٠.٠٠٠.٠٠٠ في جميع درجات الصلب ونهاية المرونة في الصلب الطرى ٣٦.٠٠٠ رطل على البوصة المربعة في حالى الشد والضغط
- أما في المقاييس الفرنسية فيعامل المرونة ٢٢.٠٠٠ ونهاية المرونة من ٢١ الى ٢٥ كيلو جراما على المليمتر المربع

(ج) استطالة مقاسه على قطعة صلب طولها ٢٠٠ ملليمتر هي من ٢٠٪ إلى ٢٥٪

والاستطالة التي تقرب من نهاية المرونة هي ١ : ١٠٠٠

(د) الصلب يقاوم للشد من ٤١ إلى ٤٥ كيلوجراما على الملليمتر المربع ولكن الجهد مع الامن من ١٠ إلى ١٢ كيلو جراما على الملليمتر المربع

وقطاع المعدن المستعمل عادة دائرى يختلف قطره من ٦ ملليمترات إلى ٣٥ ملليمترأ وفي بعض الأحيان إلى ٤٠ ملليمترأ وأحيانا يستعمل القطاع المربع أو قطاعات أخرى لمثانة تماسكه

وهذه القطاعات الخاصة يجرى عادة تجهيزها بالمصانع حسب الطلب وترسل لنقطة العمل جاهزة بحيث لا تحتاج إلا إلى وضعها فقط في محلها . وفي مصر لا يستعمل عادة إلا الصلب المبروم أو الحديد المبروم .

الصلب الناشف — وفي كثير من أشغال الخرسانة المسلحة في أمريكا وفي بعضها بأوربا يستعملون هذا النوع من الصلب الناشف الذى يحوى مقداراً أكثر من الكربون يتراوح بين ٠.٥ إلى ٠.٦ في المائة وله الخواص الآتية :

- (أ) مقاومة الكسر ٧٠ كيلو جراما تقريباً على الملليمتر المربع
(ب) درجة الاستطالة مقاسة على قطعة للتجربة طولها ٢٠٠ ملليمتر هي ١٠ في المائة

(ج) مقاومته لنهاية التمدد ٣٥ — ٤٠ كيلو جراما على الملليمتر المربع

(د) استطالة لنهاية التمدد $\frac{1}{10}$

(هـ) وإذا تعدت مقاومته لنهاية التمدد ٦٠ في المائة من مقاومته للكسر صار الصلب هشاً وأصبح من الخطر استعماله

ومن الواضح أن استعمال الصلب الناشف الجيد يكون موفراً في النفقة إذا كان ثمنه لا يتعدى مرة ونصف من ثمن الصلب الطرى إذ أن مقاومته للشد مع الأمن تعادل ٢٠ كيلو جراما لليليمتر المربع بينما الصلب الطرى لا يتحمل أكثر من ١٢ كيلو جراما في المعتاد .

وعلى ذلك يمكن استعمال مسطح قليل للتسليح بهذا الصلب الناشف فيقل بذلك مسطح قطاع الخرسانة الذى كان يراعى فيه كثرة قطع التسليح بالصلب الطرى وعلى ذلك أيضا يقل الحمل الدائم للبني . ولعظم مقاومته للشد يمكن انتخاب أسياخ منه ذات قطر صغير مما تساعد كثيرا فى حالة ما تكون قوى الانزلاق قربية من النهاية المسموح بها

ولكن من جهة أخرى فأن استعمال صلب قوى المقاومة يسبب رفعا لمحور الخول أو بالخرى ضعفا لمقاومة الخرسانة للضغط . ولربما سبب شروخا فى جزء الخرسانة المجاور للتسليح . ولو أن التجارب أظهرت أن الخرسانة المسلحة يمكنها أن تقاوم من غير أن تكسر تمدا لغاية $\frac{1}{10}$ بينما تمدد الصلب — الناشف لا يتعدى $\frac{1}{100}$ اذا شغل بالشد أى اذا وقع عليه قوى شد قدرها ٢٠ كيلو جراما على المليمتر المربع ولكن يجب أن لا يبرح عن البال المضار التى تنجم من عيوب فى عمل الخرسانة نفسها

ويجدر أن يجرب المعدن قبل استعماله

وفى الأعمال العظيمة يطلب من مصنع الصلب أن يورد الاطوال او الاشكال المطلوبة بحيث لا تحتاج الى لحام أو غيره . أما الشبكات التى ترد فى التجارة فاعليها يتراوح طوله بين ١٠ الى ٤٠ مترا واللحام مقبول اذا عمل على حسب أصول الصناعة الجيدة ولكن قليلا من الصناع هنا من يتقنه . ويجدر أن يخزن الصلب فى محلات لا تصل اليها الرطوبة وكلما استعمل عقب استلامه مباشرة كان ذا فائدة أفضل ولا بأس من استعماله وعليه قليل من الصناء . إلا أن ذلك يمكن مدارته بدهنه بقليل من السمنت البائى . أما اذا كان سمك الصداء كبيرا فيجمل ان يحك ويرفع الصدا ويراعى أن يكون سطحه خاليا من الزيت أو أى مادة غريبة (خلاف السمنت البائى) لئلا تعيق تماسكه بسمنت الخرسانة

الدبش

يجب أن يكون الدبش صلبا سليما خاليا من التراب ويعمل البناء فى الاساسات

بمونة مائية ويرش الدبش بالماء رشا غزيرا قبل استعماله ويوضع في البناء بحيث يكون غاطسا في المونة وبطريقة تجعل جميع أجزاء البناء متماسكة ببعضها تماسكا محكما

الطوب الاحمر (المحروق)

يكون الطوب الاحمر مستوى السطوح حاد الحافات في جميع جوانبه دقيق الحبيبات متجانسا خاليا من المراد الصرائية و الجيرية صلبا تام الحريق غير متبلور لا شقوق فيه ولا فلولج غير هش رنان الصوت عند طرقه بالمطرقة . ويكون شكل قالب الطوب متوازي المستطيلات قائم الزوايا وأبعاده ٢٣ سم في ١١ سم في ٥ سم . لا يتشرب من الماء أكثر من سدس ثقله الا اذا جاء في الشروط غير ذلك ويعاين الطوب بكل دقة قبل استعماله وذلك بأن يرص رصات منظمه لا يتجاوز ارتفاعها مترين وسمكها نصف متر مع ترك طريق بين كل رصة وأخرى بعرض متر واحد ويجب أن يتحمل الطوب بدون أن يتشقق ضغطا متوسطا قدره ثلاثون كيلو جراما للستة متر المربع ويعين هذا الضغط المتوسط على معدل التجارب التي تعمل في عشر عينات تؤخذ من رصات الطوب المجد للعمل المراد اجراؤه .

البناء بالطوب

يغسل الطوب في الماء قبل استعماله مباشرة وذلك في حياض مخصوصة من بناء ويترك فيها مدة كافية ليتشرب بالماء ويعين مدير الاعمال هذه المدة وتكون الطوبة كاملة وتوضع في البناء على بطنها أو سيفها مداميك منظومة متشابهة اللحامات بالتناسق طولاً وعرضا على مونة خالصة وتدق الطوبة بيد المسطرين دقا خفيفا لا يترتب عليه كسرها حتى تبرز المونة من جميع الجهات ولا يزيد عرض اللحامات عن سنتيمتر واحد أما في العقود فيوضع الطوب بحسب اتجاه نصف القطر لبطن القعد وتصنع عبوات العقود على أصول الصناعة تماما وتفك حالا بعد اتمام القعد وتكون مداميك العقود موزونة بحسب أصول الصناعة تماما وطبقا للتعليمات التي تعطى للمقاول .

رش البناء

يجب أن يرش البناء رشا كافيا

الحرمة الطبيعية والصناعية

تكون الحرمة الطبيعية المعروفة بالوسلانة ناعمة ومهزوزة وخالية من المواد الغريبة . وأما الحرمة الصناعية فتعمل من الشقف أو من كسارة طوب تام الاحتراق وغير متبلور بأن تدق وتهز بمهزة تكون سعة عيونها مليمترين ويكون لونها أحمر قاتما .

الجير

يكون الجير مهما كان مصدره محروقا للحد المناسب ويؤتى به الى محل العمل حديث الحرق خاليا من المواد الغريبة وقبل استعماله بثمانية أيام يطفأ ناعما ويهز بمهزة تكون سعة عيونها مليمترين ولا يجوز دق ما يكون فيه من الصرفان

الجير المائي

يكون النقل النوعى للجير المائى اثنين وخمسة أعشار الى اثنين وثمانية أعشار وبعد هذه المهزة تشتمل البوصة المربعة منها على ٣٢٤٠٠ عين وقطر السلك فيها بقدر ٠.٠٠٢ من البوصة لا يبقى من فضالته فى المهزة الا قدر ٢٠ الى ٢٥ فى المائة .

أما مدة التماسك (الشك) التى تعينها مسلة « فيكات » المربعة الطرف بأضلاع قدر كل ضلع مليمتر واحد فلا تكون أقل من أربع ساعات وإذا صنعت القوالب بالطريقة المقررة لاختبار الاسمنت مع اضافة القدر المناسب من الرمل فيجب أن تتحمل ضغطا قدره . —

٣٥ ليرة فى البوصة المربعة (أى ٢٨٤٦ كيلو جرام فى كل سنتيمتر مربع) بعد سبعة أيام .

١٢٠ ليرة فى البوصة المربعة (أى ٨٤٤٦ كيلو جرام فى كل سنتيمتر مربع) بعد ثمانية وعشرين يوما

الاشباب

يجب أن تكون من أجود صنف تامة الاستقامة خالية من العقد والشروخ بقدر المستطاع وأن تكون من قطعة واحدة وتجنب الوصلات فإذا تحتم عمل وصلات فتكون حسب الاصول الفنية وبالمقاييس الكافية

الكمرات الصلب

يجب أن يكون جهد الشد لها يتراوح بين ٢٨ و ٣٢ طن على البوصة المربعة وتكون الاستطالة لا تقل عن ٢٠ ٪ في ثمانية بوصات (٢٠٥٠ متر) وأن لا يقل مقدار التقلص في مسطح التقاطع عن ٤٠ ٪ عند التنتطة التي يحدث فيها الكسر

مواسير الفخار الحجرى

يجب أن تكون طينة مواسير الفخار الحجرى من أحسن نوع خالية من الجير ومركباته ومطحونة طحنا تاما ومخلوطة جيدا . ويلزم حرق المواسير حرقا تاما وأن يتخلل الحريق جميع أجزاء الماسورة وأن تكون طبقاتها متلاحمة ومنظمة وخالية من الفقاعات الهوائية وتجوفات الحريق والشروخ والثلثات والجلخ وجميع العيوب الأخرى . ويجب أن يكون السطح الداخلى والخارجى ناعما ومستويا ومصقولا بالدهان الملحي بانتظام ويجب صب الماسورة بشفتها دفعة واحدة فى قالب واحد

مراجع الكتاب

جا كوني ودافى	
هول وكينى	أساسات بوجه عام
ويليم سمسون	
بلى	
بكلى	أساسات أعمال الرى
ويليم ولكس	
هول	
رنجس	خرسانة مساحة
بول وهل	
مذكرات ابراهيم زكى	حديد التسليح
كتاب الخرسانة السنوى	
مكاف وادى	مجارى
فولول	
مذكرات اودل	مذكرات عمومية
مذكرات بيرن	مذكرات عملية
انتصارات المهندس	(ارشبالد وياليمز)
الهندسة المدنية	(ف. نول. تاياور)
دكتور هيوم	جيولوجيا
دكتور حسن صادق	

وأنى لا ذكر بالشكر ما تفضل به حضرة المحترم الاستاذ حسين أفندى حنفى
المدرس بمدرسة الهندسة الملكية من ارشادى الى بعض هذه المراجع

الإعلان

قد وصل الى المؤلف في آخر لحظة بيانات هامة
و صور شيقة عن موضوع الكتاب وسيضمنها
رسالة خاصة مع باب أساسات الآلات وسيتم
طبع هذه الرسالة قريبا ويكون ثمنها خمسة قروش

